

Evaluación de la Alineación de Universidades Online Españolas que ofertan el grado de Ingeniería Informática, con el Modelo Competencial del EEES: Una Ontología

Autor: Alejandro Ramón Albaladejo Beltrán

Tutor: Felipe Geva Urbano

Profesor: Joan Arnedo Moreno

Grado en Ingeniería Informática

Web Semántica/Computación

Fecha de entrega: Junio del 2024

Créditos/Copyright



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento- NoComercial-SinObraDerivada [3.0 España de Creative Commons.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

FICHA DEL TRABAJO FINAL

Título del trabajo:	Evaluación de la Alineación de Universidades Online Españolas que ofertan el grado de Ingeniería Informática, con el Modelo Competencial del EEES: Una Ontología
Nombre del autor:	<i>Alejandro Ramón Albaladejo Beltrán</i>
Nombre del colaborador/a docente:	<i>Felipe Geva Urbano</i>
Nombre del PRA:	<i>Joan Arnedo Moreno</i>
Fecha de entrega (mm/aaaa):	<i>06/2024</i>
Titulación o programa:	<i>Grado en Ingeniería Informática</i>
Área del Trabajo Final:	<i>Web Semántica</i>
Idioma del trabajo:	<i>Español</i>
Palabras clave	<i>EEES, Ontología, Web Semántica, Protégé, Lenguaje OWL</i>
Resumen del Trabajo (máximo 250 palabras): <i>Con la finalidad, contexto de aplicación, metodología, resultados y conclusiones del trabajo</i>	
<p>El objetivo de la Web Semántica es facilitar la comprensión y manejo de la información por parte de las máquinas, ofreciendo datos bien estructurados y conectados entre sí. Esto se logra mediante el uso de ontologías, que estructuran el conocimiento de forma que los ordenadores pueden procesarlo automáticamente, sin necesidad de intervención directa del usuario.</p> <p>La motivación de este trabajo fin de grado (TFG), radica en la necesidad de evaluar y asegurar la calidad de la educación superior ofrecida por las universidades online en España, particularmente para grados como Ingeniería Informática, debido a la creciente importancia de la tecnología y la informática en la sociedad actual.</p> <p>Con este fin, se pretende desarrollar una ontología para evaluar la alineación de las universidades online españolas que ofrecen el grado de Ingeniería Informática con las competencias del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Se centra en analizar y comparar sus planes de estudios para garantizar que cumplen con los estándares de calidad y competencias establecidos por el EEES.</p>	

Para representar la ontología haremos uso del programa Protégé a través del lenguaje OWL y la aplicaremos en seis universidades españolas que ofrecen toda su oferta formativa en línea.

Como resultado, este trabajo pretende promover la excelencia académica, mejorar la empleabilidad de los graduados y garantizar que los programas de estudio cumplan con estándares educativos internacionales.

Para extraer el conocimiento representado, utilizaremos el lenguaje de consultas SPARQL, que nos permita dar respuesta a los objetivos planteados.

Abstract (in English, 250 words or less):

The aim of the Semantic Web is to facilitate the understanding and processing of information by machines, providing well-structured and interconnected data. This is achieved through the use of ontologies, which structure knowledge in a way that computers can automatically process it, without the need for direct user intervention.

The motivation for this undergraduate thesis (TFG) lies in the need to assess and ensure the quality of higher education offered by online universities in Spain, particularly in fields such as Computer Engineering, due to the growing importance of technology and computing in today's society.

To achieve this, the intention is to develop an ontology to evaluate the alignment of Spanish online universities offering a degree in Computer Engineering with the competencies of the European Higher Education Area (EEES). The focus is on analyzing and comparing their curricula to ensure compliance with the quality standards and competencies established by the EEES.

To represent the ontology, we will use the Protégé program through the OWL language and apply it to six Spanish universities that offer their entire educational programs remotely.

As a result, this work aims to promote academic excellence, enhance the employability of graduates, and ensure that study programs comply with international educational standards. To extract the represented knowledge, we will use the SPARQL query language, allowing us to address the defined objectives.

Dedicatoria

A mi mujer por su paciencia en estos meses de intenso trabajo y dedicación.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer su compromiso y dedicación en este trabajo a mi tutor Felipe Geva Urbano, por las recomendaciones realizadas durante estos cuatro meses de trabajo, que han ayudado a poder conseguir los objetivos planteados al inicio de este y enriquecer con sus aportaciones la ontología desarrollada.

Abstract

The aim of the Semantic Web is to facilitate the understanding and processing of information by machines, providing well-structured and interconnected data. This is achieved through the use of ontologies, which structure knowledge in a way that computers can automatically process it, without the need for direct user intervention.

The motivation for this undergraduate thesis (TFG) lies in the need to assess and ensure the quality of higher education offered by online universities in Spain, particularly in fields such as Computer Engineering, due to the growing importance of technology and computing in today's society.

To achieve this, the intention is to develop an ontology to evaluate the alignment of Spanish online universities offering a degree in Computer Engineering with the competencies of the European Higher Education Area (EEES). The focus is on analyzing and comparing their curricula to ensure compliance with the quality standards and competencies established by the EEES.

To represent the ontology, we will use the Protégé program through the OWL language and apply it to six Spanish universities that offer their entire educational programs remotely.

As a result, this work aims to promote academic excellence, enhance the employability of graduates, and ensure that study programs comply with international educational standards.

To extract the represented knowledge, we will use the SPARQL query language, allowing us to address the defined objectives.

Resumen

El objetivo de la Web Semántica es facilitar la comprensión y manejo de la información por parte de las máquinas, ofreciendo datos bien estructurados y conectados entre sí. Esto se logra mediante el uso de ontologías, que estructuran el conocimiento de forma que los ordenadores pueden procesarlo automáticamente, sin necesidad de intervención directa del usuario.

La motivación de este trabajo fin de grado (TFG), radica en la necesidad de evaluar y asegurar la calidad de la educación superior ofrecida por las universidades online en España, particularmente para grados como Ingeniería Informática, debido a la creciente importancia de la tecnología y la informática en la sociedad actual.

Con este fin, se pretende desarrollar una ontología para evaluar la alineación de las universidades online españolas que ofrecen el grado de Ingeniería Informática con las competencias del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Se centra en analizar y comparar sus planes de estudios para garantizar que cumplen con los estándares de calidad y competencias establecidos por el EEES.

Para representar la ontología haremos uso del programa Protégé a través del lenguaje OWL y la aplicaremos en seis universidades españolas que ofrecen toda su oferta formativa en línea.

Como resultado, este trabajo pretende promover la excelencia académica, mejorar la empleabilidad de los graduados y garantizar que los programas de estudio cumplan con estándares educativos internacionales.

Para extraer el conocimiento representado, utilizaremos el lenguaje de consultas SPARQL, que nos permita dar respuesta a los objetivos planteados.

Palabras clave

EEES, Educación Superior, Grado, Ontología, Web Semántica, Protégé, Lenguaje OWL, SPARQL.

Índice

1.	Introducción.....	15
1.1.	Contexto y justificación del proyecto	15
1.2.	Objetivos generales	16
1.2.1.	Objetivos principales	16
1.2.2.	Objetivos secundarios	16
1.3.	Metodología y proceso de trabajo	16
1.	Determinar el dominio y cobertura de la ontología.....	17
2.	Considerar la reutilización de ontologías existentes.....	17
3.	Enumerar los términos importantes en la ontología.....	17
4.	Definir las clases y las jerarquías de clases.....	17
5.	Definir las propiedades de las clases.	17
6.	Definir las características de las propiedades.	17
7.	Crear instancias.....	17
1.4.	Planificación.....	18
1.4.1.	Tareas.....	18
1.4.2.	Hitos	19
1.4.3.	Diagrama de Gantt	20
1.5.	Estructura del resto del documento	20
	En este apartado se muestra una breve descripción del resto de capítulos de la memoria.....	20
2.	Marco teórico.....	22
2.1.	El Espacio Europeo de Educación Superior.....	22
2.1.1.	Adaptación de los planes de estudio al EEES en España.....	23
2.2.	Las competencias en el Espacio Europeo de Educación Superior.	26
2.3.	Implantación de ontologías en la educación superior	28
2.4.	Web semántica	30
2.5.	Ontología	32
2.5.1.	Definición de ontología.....	32
2.5.2.	Características de una ontología.....	33

2.6.	Arquitectura de la web semántica.....	34
2.6.1.	URI	35
2.6.2.	Unicode.....	36
2.6.3.	XML.....	37
2.6.4.	RDF	38
2.6.5.	RDFS	39
2.6.6.	OWL.....	41
2.6.7.	SWRL.....	43
2.6.8.	SPARQL	44
3.	Análisis y diseño de la ontología	46
3.1.	Análisis de la ontología.....	46
3.2.	Diseño de la ontología	47
3.2.1.	Clases y jerarquía de clases.....	49
3.2.2.	Propiedades de las clases	51
3.2.3.	Características de las propiedades.....	53
3.2.4.	Instancias.....	55
3.3.	Repositorio para la ontología	56
4.	Implementación de la ontología	57
4.1.	Obtención de los recursos necesarios	57
4.1.1.	Protégé	57
4.1.2.	Recursos.....	59
4.2.	Creación de la ontología.....	60
4.2.1.	Clases en Protégé (Classes)	61
4.2.2.	Propiedades objeto en Protégé (Object properties)	62
4.2.3.	Propiedades de datos en Protégé (Data properties)	63
4.2.4.	Instancias en Protégé (Individuals)	64
4.3.	Consideraciones en la implementación.....	66
4.4.	Reglas SWRL	67
5.	Demostración del funcionamiento de la ontología.....	71
5.1.	Consultas SPARQL.....	71
6.	Conclusiones y líneas de futuro.....	89

6.1. Conclusiones	89
6.2. Líneas de futuro.....	90
Bibliografía	91
Anexos.....	96

Figuras y tablas

Índice de figuras

Figura 1: Diagrama de Gantt del proyecto.....	20
Figura 2: Capas de la Web semántica.....	32
Figura 3: Arquitectura de la Web semántica.....	35
Figura 4: Sintaxis genérica de un URI.	35
Figura 5: Relación entre URI, URL y URN.	36
Figura 6: Estructura documento XML.....	38
Figura 7: Grafo RDF.....	39
Figura 8: Clases RDFS	40
Figura 9: Propiedades RDFS	41
Figura 10: Restricciones de propiedad RDFS	41
Figura 11: Entidades y relaciones en la ontología	47
Figura 12: Diagrama de la ontología.	58
Figura 13: Métricas de la ontología.	61
Figura 14: Clases de la ontología.	61
Figura 15: Métricas de las classes.	62
Figura 16: Object properties de la ontología.....	63
Figura 17: Métricas de las Object properties.	63
Figura 18: Data properties de la ontología.	64
Figura 19: Métricas de las Data properties.....	64
Figura 20: Individuals de la ontología.....	65
Figura 21: Métricas de los Individuals.	65
Figura 22: Métricas de las Annotation.	66
Figura 23: Conjunto de reglas SWRL.....	70
Figura 24: Asignaturas básicas por universidad.	72
Figura 25: Menciones y créditos por mención por universidad.	73
Figura 26: Créditos totales que el grado requiere y la suma de los créditos de todas las asignaturas que componen el grado	74
Figura 27: Créditos y tipo de asignatura de la asignatura “Trabajo fin de grado” en las distintas universidades.....	75
Figura 28: Créditos y tipo de asignatura de la asignatura “Prácticas en empresa” en las distintas universidades.....	75

Figura 29: Créditos, horas totales por crédito y total horas de estudio en la asignatura “Trabajo fin de grado” en la UOC	76
Figura 30: Asignaturas y notas obtenidas por el alumno, clasificadas como ‘Notable’	77
Figura 31: Créditos obtenidos por el alumno al finalizar sus estudios de grado en la UOC. 78	
Figura 32: Nota media de las asignaturas matriculadas por el alumno en la UOC.	78
Figura 33: Asignaturas reconocidas del Alumno1.	79
Figura 34: Total créditos reconocidos por el Alumno1.....	80
Figura 35: Convocatorias utilizadas por Alumno1.	81
Figura 36: Tipo de asignatura, nombre y semestre en el que se imparte esas asignaturas en el primer curso en la universidad UNED.....	82
Figura 37: Asignaturas mención “Mención en Aplicaciones Empresariales” en la universidad UDIMA.	83
Figura 38: Materias y créditos totales que forman el Grado de Ingeniería Informática en la universidad UNIR.....	84
Figura 39: Competencias desarrolladas en la asignatura “Trabajo fin de grado” en la universidad UI1.....	85
Figura 40: Resultados de aprendizaje obtenidos en la asignatura “Trabajo fin de grado” en la universidad UI1.....	86
Figura 41: Competencias desarrolladas en la materia “fundamentos científicos” en la universidad UDIMA.	86
Figura 42: Tipos de competencias desarrolladas en la asignatura “Trabajo fin de Grado” en la universidad UOC.....	87
Figura 43: Asignaturas requeridas para cursar la asignatura “Tecnología y Organización de Computadores” en la universidad VIU.....	88
Figura 44: UNED.....	97
Figura 45: UDIMA	98
Figura 46: UNIR	99
Figura 47: UI1	99
Figura 48: UDIMA	99
Figura 49: UOC.....	100
Figura 50: VIU.....	100

Índice de tablas

Tabla 1: Tabla de tareas	19
Tabla 2: Tabla de hitos.....	19
Tabla 3: Tabla de reparto de créditos grado.....	24
Tabla 4: Tabla de sistema de calificaciones	25
Tabla 5: Aspectos principales de la Web semántica.....	31
Tabla 6: Tabla de clases	50
Tabla 7: Tabla de propiedades objeto	52
Tabla 8: Tabla de propiedades de datos	53
Tabla 9: Tabla de características de las propiedades objeto	54
Tabla 10: Tabla de características de las propiedades de datos	54

1. Introducción

1.1. Contexto y justificación del proyecto

Las universidades online en España han crecido significativamente en los últimos años, ofreciendo una alternativa educativa que combina flexibilidad y accesibilidad, con la calidad académica. Este desarrollo responde a la necesidad de adaptación a los cambios tecnológicos y a las demandas de una sociedad cada vez más digitalizada, permitiendo a los estudiantes combinar los estudios con compromisos laborales o personales sin la necesidad de la asistencia presencial. Estas instituciones, que incluyen tanto universidades privadas como públicas, están altamente valoradas por su adaptación a las necesidades actuales mediante innovaciones tecnológicas, una amplia oferta formativa y programas enfocados en la integración laboral. La metodología a distancia se ha reforzado especialmente durante y después de la pandemia, consolidándose como una opción eficaz para obtener titulaciones oficiales, incluyendo grados, másteres y programas de doctorado, apreciada tanto por estudiantes nacionales como internacionales.

España se posiciona como uno de los líderes en Europa en cuanto a la cantidad de estudiantes que cursan estudios en universidades en línea, estando al nivel de países como Dinamarca y los Países Bajos. Esto se desprende de un estudio realizado por OBS Business School¹ el cual explora las tendencias y futuras direcciones de este modo de aprendizaje.

En este sentido, la focalización en el grado de Ingeniería Informática responde a la relevancia creciente de las tecnologías de la información y la comunicación en todos los ámbitos de la sociedad. Este campo no solo es fundamental para el desarrollo económico y tecnológico, sino que también está en constante evolución, lo que requiere una formación actualizada y alineada con las necesidades del mercado laboral, así como por los estándares internacionales de educación, como los establecidos por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Un estudio de Infoempleo y Adecco² revela que la Ingeniería Informática está entre las seis titulaciones de mayor empleabilidad en universidades españolas, superada por Enfermería y Administración y Dirección de Empresas, entre otras, destacando su relevancia en el mercado laboral.

La utilización de una ontología, por otro lado, permite estructurar y analizar de manera sistemática y estructurada la información sobre los programas de grado, facilitando la comparación y evaluación con respecto a los estándares educativos como los del EEES. Esta metodología ofrece un marco unificado para representar el conocimiento, contribuyendo así

a la optimización de la calidad educativa en la enseñanza online. El objetivo principal de nuestro trabajo es desarrollar una ontología para evaluar si las universidades online en España que ofrecen el grado de Ingeniería Informática están alineadas con las competencias del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Esto implica analizar y comparar los programas de educación en línea para asegurar que cumplen con los estándares de calidad y competencia establecidos por el EEES, promoviendo así la excelencia académica y la empleabilidad de los graduados.

1.2. Objetivos generales

1.2.1. Objetivos principales

- Conocer la estructura de los planes de estudios españoles a través de la legislación europea y nacional.
- Conocer el concepto de web semántica.
- Entender la relación entre web semántica y ontología.
- Conocer la arquitectura de la web semántica.
- Comprender que es una ontología y la importancia de su utilización en este proyecto.
- Realizar la ontología con el programa Protégé, que nos permita representar cualquier plan de estudios en diversos entornos académicos universitarios.

1.2.2. Objetivos secundarios

- Representar seis planes de estudio de diferentes universidades para evaluar cómo la ontología puede aplicarse en variados ámbitos universitarios.
- Implementar la ontología con los estándares de la web semántica (RDF, OWL), para representar un modelo de datos que refleje el sistema de EEES.
- Realizar consultas con SPARQL sobre la ontología creada.

1.3. Metodología y proceso de trabajo

La metodología de trabajo se puede dividir en dos bloques diferenciados:

Contexto teórico:

- Por una parte, es necesario realizar un detallado estudio sobre la adopción del EEES en la legislación española, examinando su origen europeo hasta su puesta en marcha a inicios de los años 2010. Este análisis revela una documentación diversa, que incluyen informes de la Unión Europea (UE), leyes nacionales y directrices

universitarias, fundamentales para comprender el marco donde aplicar las tecnologías de web semántica.

- Por otra parte, es indispensable establecer un marco teórico que permita obtener los conocimientos necesarios con respecto a la web semántica, su arquitectura, las ontologías y su relación con la web semántica, aspectos necesarios para el desarrollo de esta.

Contexto practico:

La metodología utilizada en nuestro trabajo ha estado basada en la guía para crear ontologías de la Universidad de Stanford, realizada por Noy y McGuiness (2001)³.

Las principales recomendaciones para crear ontologías según esta guía están divididas en 7 partes:

1. Determinar el dominio y cobertura de la ontología.
2. Considerar la reutilización de ontologías existentes.
3. Enumerar los términos importantes en la ontología.
4. Definir las clases y las jerarquías de clases.
5. Definir las propiedades de las clases.
6. Definir las características de las propiedades.
7. Crear instancias.

Los planes de estudio utilizados para representarla son:

- Grado en Ingeniería Informática de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (U.N.E.D).
- Grado en Ingeniería Informática de la Universidad Internacional de Valencia (V.I.U.).
- Grado en Ingeniería Informática de la Universidad Internacional de la Rioja (U.N.I.R.).
- Grado en Ingeniería Informática de la Universidad a Distancia de Madrid (U.D.I.M.A.).
- Grado en Ingeniería Informática de la Universidad Isabel I (U.I.1)
- Grado en Ingeniería Informática de la Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.).

Para llevar a cabo la implantación de la ontología se ha hecho uso del software Protégé en su versión 5.6.3 debido su compatibilidad con los estándares de la web semántica como OWL y RDF, ampliamente reconocido por la comunidad académica y de investigación y es de código libre.

Además, el proyecto necesita la creación de ciertas reglas de la web semántica (SWRL), necesarias para representarla.

Una vez validada la ontología, se llevan a cabo varias consultas SPARQL para comprobar su funcionamiento adecuado. Estas consultas permiten evaluar la precisión y la efectividad de la ontología en representar y procesar la información según los criterios establecidos, asegurando así que cumple con los objetivos del proyecto.

1.4. Planificación

Para realizar la planificación del proyecto se ha establecido como hitos importantes las entregas de las Pruebas de Evaluación Continua (PECs) establecidas en el plan docente de la asignatura. Estas PECs marcan etapas esenciales para medir el avance y asegurar el cumplimiento de los objetivos dentro del tiempo marcado.

En cada una de las PECs se han definido diversas tareas a realizar que recogen los requisitos demandados en el enunciado de cada una de ellas y que coinciden con diversos apartados de la memoria.

1.4.1. Tareas

En cualquier planificación de trabajo es necesario determinar las actividades específicas y acciones necesarias que se deben de llevar a cabo para alcanzar los objetivos del proyecto. Las tareas previstas en la realización de este trabajo están descritas en la Tabla 1:

PEC 1
Ficha de trabajo (Título, Palabras clave y Resumen)
Búsqueda de información sobre el contexto y justificación del proyecto
Borrador del apartado 1 de la memoria
Entrega de la PEC1
PEC 2
Confección definitiva del apartado 1 de la memoria
Búsqueda y recogida de información sobre ontologías
Búsqueda exhaustiva de bibliografía existente
Realización del marco teórico del proyecto
Análisis de la ontología
Diseño de la ontología
Creación de un repositorio en github para la ontología
Entrega de la PEC2

PEC3
Implementación de la ontología
Demostración de funcionamiento de la ontología
Consultas a la ontología
Entrega de la PEC3
PEC4
Conclusiones y líneas de futuro
Revisión versión definitiva de la memoria
Elaboración de la presentación del proyecto
Entrega PEC4
PEC5
Defensa asincrónica
Respuesta a las preguntas del tribunal

Tabla 1: Tabla de tareas

La entrega de la PEC1 coincide con la realización del apartado 1 de la memoria. La entrega de la PEC2 corresponde con la elaboración de los apartados 2 y 3 de la memoria. La entrega de la PEC3 hace referencia a la creación de los apartados 4 y 5, y la entrega de la PEC4 con el apartado 6 de esta.

1.4.2 Hitos

Como hitos de este trabajo se han definido cada una de las entregas de las PECs que se realizan a lo largo del semestre. Estos hitos se muestran en la Tabla 2:

Hitos	Entregas
Comienzo del curso	28/02/2024
Entrega PEC1	24/03/2024
Entrega PEC2	21/04/2024
Entrega PEC3	19/05/2024
Entrega PEC4	16/06/2024
Entrega PEC5	30/06/2024

Tabla 2: Tabla de hitos

1.4.3 Diagrama de Gantt

A partir de los hitos descritos en la Tabla 2 y las tareas mostradas en la Tabla 1, se obtiene el diagrama de Gantt. Se muestra dicho diagrama correspondiente a las PECs en las que se divide el trabajo en la Figura 1:

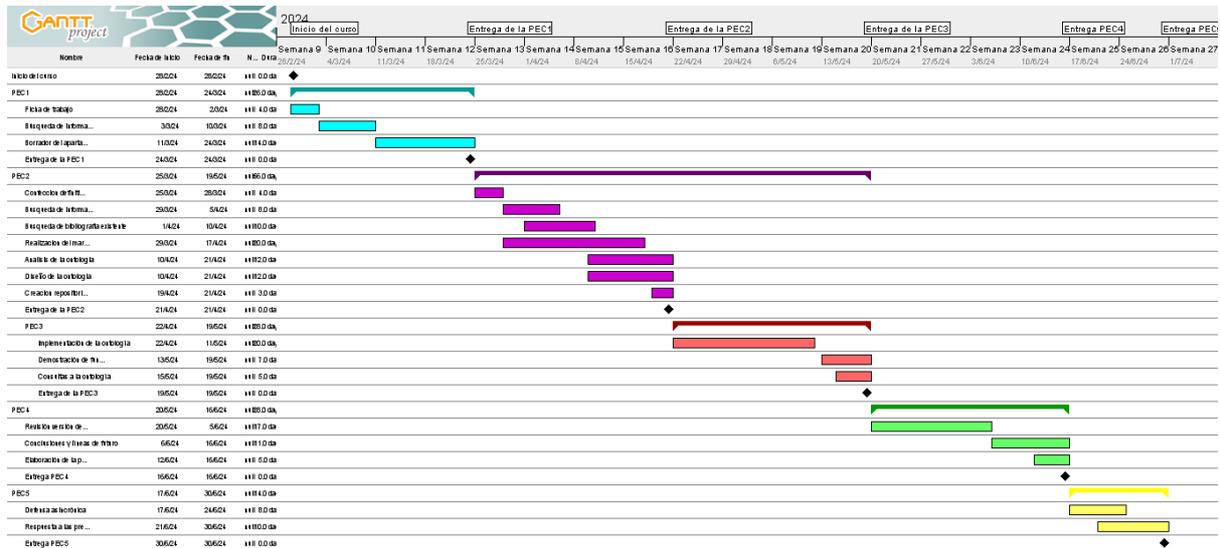


Figura 1: Diagrama de Gantt del proyecto

1.5. Estructura del resto del documento

En este apartado se muestra una breve descripción del resto de capítulos de la memoria.

- **Marco teórico:** Conocer la situación actual de la adopción del EEES en España, examinando su origen europeo. Revisar la literatura actual sobre la implementación de ontologías en la educación superior, y más concretamente en aquellas alineadas con el EEES. Realizar un estudio de la arquitectura de la web semántica y conocer la relación entre web semántica y ontologías.
- **Análisis y diseño de la ontología:** Detallar la metodología utilizada para confeccionar la ontología; estudiar la estructura y jerarquías de clases, definición de atributos y relaciones, restricciones de rango y cardinalidades.
- **Implementación de la ontología:** Descripción del software utilizado y exposición detallada de los elementos necesarios para la creación de esta. Representar, en este punto, seis planes de estudio a modo de ejemplo. Incluir también las reglas y consultas necesarias para verificar el correcto funcionamiento de la ontología, y su representación adecuada en el contexto fijado.

- **Conclusiones y líneas futuras:** Analizar los resultados obtenidos en el proyecto comparándolos con los objetivos planteados inicialmente y definir posibles líneas de trabajo futuras que permitan enriquecer la ontología y su funcionalidad.

2. Marco teórico

2.1. El Espacio Europeo de Educación Superior

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), es el marco de referencia que pretende converger a un sistema de educación superior común en todos los países europeos. Estos países están representados en el The European Higher Education Area (EHEA)⁴ y está compuesto en la actualidad por 49 países.

Este proceso de convergencia hacia el EEES se inicia con la declaración de Bolonia⁵, un acuerdo firmado por los ministros europeos de educación de 29 países en 1999 y que se convierte en realidad a partir del año 2010 con la declaración de Budapest-Viena⁶.

Los objetivos generales planteados en este marco de referencia y recogidos en la declaración de Bolonia, son los siguientes:

1. Crear un sistema de títulos académicos fácilmente reconocibles y comprensibles, que facilite el reconocimiento de las calificaciones en los diferentes países, promoviendo así la movilidad.
2. Establecimiento de un sistema de enseñanza basado en dos ciclos; grado y postgrado. Para alcanzar el segundo ciclo es necesario completar los estudios de primer ciclo, el cual ha de tener una duración mínima de tres años. Este segundo ciclo culmina con la obtención de un título de máster o doctorado.
3. El establecimiento de un sistema de créditos ECTS (European Credit Transfer System), como mecanismo para promover la movilidad de los estudiantes.
4. Eliminación de los obstáculos para el ejercicio efectivo a la libre circulación de estudiantes, profesores, investigadores y personal técnico-administrativo.
5. Fomentar la cooperación entre países europeos para asegurar la calidad, a través del desarrollo de criterios y metodologías comparables.
6. Impulsar aspectos clave de la educación superior que reflejen la identidad europea, especialmente en términos de diseño de planes de estudios, cooperación entre instituciones, iniciativas de movilidad y la creación de programas unificados que abarquen enseñanza, aprendizaje e investigación.

En 2001 en la Declaración de Praga⁷ se amplía el compromiso adoptado en la Declaración de Bolonia. A los seis objetivos iniciales, se añaden tres direcciones estratégicas fundamentales:

7. El aprendizaje permanente como elemento fundamental para conseguir una mayor competitividad europea y para mejorar la cohesión social, la igualdad de oportunidades y la calidad de vida.
8. El rol activo de las universidades, de las instituciones de educación superior y de los estudiantes en el desarrollo del proceso de convergencia.
9. La promoción del atractivo del espacio europeo de educación superior mediante el desarrollo de sistemas de garantía de la calidad y de un marco común de cualificaciones, además de mecanismos de certificación y de acreditación inherentes.

Con el objetivo de promover la libre circulación de estudiantes y trabajadores, el Consejo y el Parlamento Europeo, en 2008, dieron luz verde al Marco Europeo de Cualificaciones para el Aprendizaje Permanente (EQF-MEC)⁸.

Su propósito es promover el aprendizaje permanente y facilitar la comparabilidad entre los diferentes sistemas de cualificaciones nacionales a través de ocho niveles de referencia, que abarcan desde la educación básica hasta el nivel de doctorado. Esta diversidad de sistemas educativos llevó al EQF a definir los niveles de referencia en función de los resultados de aprendizaje.

Estos resultados de aprendizaje se describen en términos de lo que la persona puede saber, comprender y hacer al finalizar un proceso de aprendizaje, y se dividen en tres categorías principales: conocimientos, destrezas, y competencias.

El sistema de cualificaciones del Espacio Europeo de Educación Superior incluye descriptores para tres niveles educativos, los cuales fueron acordados por los ministros de educación superior durante el encuentro de Bergen en 2005, como parte del proceso de Bolonia. Cada descriptor de nivel proporciona una descripción general de los logros y competencias asociados con las cualificaciones que representan la conclusión de dicho nivel.

2.1.1. Adaptación de los planes de estudio al EEES en España

La adaptación de los planes de estudio al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en España se refleja a través de una serie de disposiciones legislativas y regulaciones específicas.

Por un lado, la estructura de los estudios universitarios en España está regulada por el Real Decreto 822/2021⁹ que establece la disposición de las enseñanzas universitarias oficiales adaptadas al EEES.

Este Real Decreto establece la estructura esencial del modelo universitario español que viene a constar de grados de 240 créditos, másteres de 60, 90 y 120 créditos y el doctorado al que se puede acceder si se ha superado al menos 300 créditos en las dos etapas anteriores.

La Tabla 3, muestra el reparto de créditos correspondiente al ciclo de grado, según este Real Decreto:

Ciclos	Número de créditos ECTS
GRADO (con carácter especial: 300 o 360 créditos totales por exigencias de normativa europea)	240 créditos totales (con carácter general): <ul style="list-style-type: none"> - Mínimo 60 créditos de formación básica. - Entre 6 y 24 créditos de trabajo fin de grado. Opcionales: - Entre 6 y 24 créditos de actividades universitarias. - Máximo 24 créditos de prácticas externas. - Mínimo 48 créditos de mención.

Tabla 3: Tabla de reparto de créditos grado

Este Real Decreto en su Anexo II punto 4 relativo a la planificación de las enseñanzas, determina lo siguiente:

“La estructura básica de las enseñanzas estará compuesta por la descripción de los módulos, materias o asignaturas del plan de estudios propuesto, indicando para cada caso:

- a) Denominación.
- b) Número de créditos ECTS.
- c) Tipología (básica, obligatoria, optativa, prácticas académicas externas, trabajo fin de titulación).
- d) Organización temporal.
- e) Resultados básicos de aprendizaje (identificación de los más relevantes).”

Por otro lado, el sistema de créditos ECTS y calificaciones está regulado por el Real Decreto 1125/2003¹⁰ que instaura el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias.

Así el RD1125/2003¹⁰ en su artículo 3 define el crédito como:

“la unidad de medida del haber académico que representa la cantidad de trabajo del estudiante para cumplir los objetivos del programa de estudios y que se obtiene por la superación de cada una de las materias que integran los planes de estudios de las diversas enseñanzas conducentes a la obtención de títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. En esta unidad de medida se integran las enseñanzas teóricas y prácticas, así como otras actividades académicas dirigidas, con inclusión de las horas de estudio y de trabajo que el estudiante debe realizar para alcanzar los objetivos formativos propios de cada una de las materias del correspondiente plan de estudios.”

Asimismo, este Real Decreto especifica que un año académico debe equivaler a 60 créditos ECTS, en donde cada crédito representa entre 25 y 30 horas de trabajo. Este trabajo incluye tanto las horas de enseñanza presencial, ya sean teóricas o prácticas, como las horas dedicadas al estudio personal del estudiante. También se implanta el sistema de calificaciones que recoge los resultados obtenidos por éste en cada una de las asignaturas del plan de estudios. Se evalúa usando una escala numérica de 0 a 10, precisada hasta un decimal. A esta calificación numérica se le puede añadir su descripción cualitativa correspondiente. Estos aspectos quedan recogidos en la Tabla 4:

Escala numérica	Descripción cualitativa
De 0 a 4.9	Suspenso
De 5.0 a 6.9	Aprobado
De 7.0 a 8.9	Notable
De 9.0 a 10	Sobresaliente

Tabla 4: Tabla de sistema de calificaciones

Con el fin de promover la movilidad de estudiantes y titulados en el espacio europeo de enseñanza superior, se establece el Suplemento Europeo al Título (SET) regulado en el Real Decreto 1044/2003¹¹. En su artículo 3 relativo a la definición, establece que:

“El Suplemento Europeo al Título es el documento que acompaña a cada uno de los títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, con la información unificada, personalizada para cada titulado universitario, sobre los estudios cursados, los resultados obtenidos, las capacidades profesionales adquiridas y el nivel de su titulación en el sistema nacional de educación superior”.

En este sentido, el Marco Español de Cualificaciones para el Aprendizaje Permanente (MECU¹²) es el instrumento diseñado para clasificar, comparar y aumentar la transparencia de las cualificaciones obtenidas mediante el aprendizaje en España. Está alineado con el Marco Europeo de Cualificaciones (EQF) y tiene como objetivo facilitar la movilidad de estudiantes y trabajadores dentro de Europa. El MECU organiza las cualificaciones en diferentes niveles según los resultados de aprendizaje, competencias, habilidades y conocimientos que los individuos deben adquirir para obtener una determinada cualificación. En concreto, el nivel de grado tiene su correspondencia con el Nivel 2 del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES).

2.2. Las competencias en el Espacio Europeo de Educación Superior.

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha marcado un hito en la convergencia de los sistemas educativos en Europa, con el objetivo de fomentar la movilidad estudiantil, mejorar la empleabilidad y establecer un sistema de educación superior competitivo a nivel internacional. Un aspecto fundamental de este proceso ha sido la adopción de un marco común basado en competencias que busca, no solo unificar criterios académicos, sino también mejorar la calidad y relevancia de la educación superior en relación con las demandas del mercado laboral y los desafíos de la sociedad.

En este contexto, nace el Proyecto Tuning¹³, proyecto realizado por más de 100 universidades de diferentes países europeos, con el objetivo de contribuir al desarrollo de titulaciones que sean fácilmente comprensibles y comparables en toda Europa en función de la naturaleza de cada uno de los ciclos descritos en la Declaración de Bolonia. Con el objetivo de facilitar la movilidad y empleabilidad, el Proyecto Tuning, utiliza una metodología basada en los conceptos de resultados de aprendizaje y competencias. Estos elementos son considerados como cruciales en el diseño, desarrollo y evaluación de las cualificaciones.

Por resultados de aprendizaje, el Proyecto Tuning¹³, lo define como:

“el conjunto de competencias que incluye conocimientos, comprensión y habilidades que se espera que el estudiante domine, comprenda y demuestre después de completar un proceso corto o largo de aprendizaje.”

Este conjunto de competencias no solo hace referencia a un programa completo de estudio (una titulación de primer o segundo ciclo) sino que también son válidas para unidades individuales de aprendizaje (materias o asignaturas).

A su vez, el Proyecto Tuning¹³ define la competencia como:

“una combinación dinámica de atributos, en relación con los conocimientos, habilidades, actitudes y responsabilidades, que describen los resultados del aprendizaje de un programa educativo o lo que los alumnos son capaces de demostrar al final de un proceso educativo.”

Por lo tanto, el conjunto de competencias adquiridas por el estudiante, compondrán los resultados de aprendizaje, y estos permitirán la adquisición de una determinada cualificación que posibilite al titulado desarrollar la labor profesional inherente a la titulación.

Precisamente, los créditos ECTS, constituyen el elemento cuantificador de los resultados de aprendizaje del estudiante como forma de consecución de las competencias.

En cuanto a la clasificación de las competencias no existe un consenso en la determinación de la terminología.

Por un lado, el Proyecto Tuning clasifica las competencias en dos grandes grupos: competencias genéricas y competencias específicas. Las primeras, el Proyecto Tuning¹³, las define como los “elementos compartidos que pueden ser comunes a cualquier titulación”. Las segundas, deben estar “relacionadas con cada área temática, con la especificidad propia de un campo de estudio”.

Por otro lado, otros trabajos como el realizado por Delgado García, et al., 2005¹⁴, clasifica las competencias de la siguiente forma:

“Las competencias pueden ser transversales o específicas. Las transversales son aquellas competencias compartidas por todas las materias o ámbitos de conocimiento, se trata, por tanto, de competencias genéricas. En cambio, las específicas son aquellas relacionadas con disciplinas concretas, estando, en este sentido, más relacionadas con los conocimientos. Ahora bien, una asignatura en particular debe contemplar tanto competencias específicas como transversales.”

En la legislación española es el Real Decreto 1393/2007¹⁵ en su anexo 1, apartado 4 relativo a las competencias, donde se recogen las competencias básicas mínimas que han de ser exigibles para otorgar el título que, en el caso del grado, son:

“Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio;

Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio;

Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética;

Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado;

Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.”

Si bien las competencias pueden estructurarse siguiendo diversas clasificaciones, la más habitual es, como se ha comentado, diferenciar entre competencias específicas y competencias genéricas o transversales. (Proyecto Tuning Educational Structures in Europe; Delgado García, et al., 2005, p.24).

2.3. Implantación de ontologías en la educación superior

La implantación de ontologías en la educación superior se presenta como una metodología innovadora para mejorar la estructuración, gestión y accesibilidad del conocimiento en entornos académicos. A través de la creación de ontologías, se busca formalizar y estructurar de manera coherente la información relacionada con diversos aspectos de la educación superior, facilitando así su análisis, intercambio y reutilización.

Para alcanzar este fin, se llevan a cabo búsquedas que permitan identificar ontologías relevantes en el área de interés de nuestro proyecto. Esta tarea se lleva a cabo utilizando tanto motores de búsqueda generales (como Google¹), como motores de búsqueda especializados en la web semántica (tales como Swoogle², Watson³ y LOV⁴). Estas herramientas permiten realizar búsquedas por términos específicos, facilitando la localización de ontologías en formatos RDF y OWL, además de proporcionar acceso a información y documentación relevante sobre las mismas. El método de búsqueda empleado se centra en

¹ Google: <https://www.google.es/>.

² Swoogle: <http://swoogle.umbc.edu/>.

³ Watson: <https://kmi.open.ac.uk/technologies/name/watson/>.

⁴ LOV: <https://lov.linkeddata.es/dataset/lov/>.

el uso de términos clave relacionados con el dominio de interés. Algunos de los términos utilizados incluyen las palabras "Bolonia", "Ontología", "Grado", "EEES" y "Universidad".

Este apartado pretende resumir algunos trabajos realizados sobre ontologías en la educación superior tanto en Europa como en España.

El documento "The Bowlogna Ontology: Fostering open curricula and agile knowledge bases for Europe's higher education landscape¹⁶", aborda la creación de una ontología diseñada para alinear y mejorar los procesos y la gestión de información en el ámbito de la educación superior europea, siguiendo la reforma de Bolonia. Esta herramienta busca facilitar el intercambio y estructuración de información académica como cursos, evaluaciones y créditos ECTS, promoviendo una mayor interoperabilidad entre universidades. A través de un proceso detallado, desde el desarrollo de un léxico hasta su transformación en una ontología formal, se exploran aplicaciones prácticas y desafíos, incluyendo la gestión de relaciones y el multilingüismo. El texto concluye destacando el potencial de la ontología Bowlogna para automatizar flujos de trabajo y fomentar la integración y accesibilidad de información académica a nivel europeo, subrayando la importancia de adoptar estas tecnologías para el avance educativo.

La ontología "The ROH ontology", creada por la Universidad de Murcia¹⁷, tiene como objetivo crear un ecosistema semántico para la gestión de la información universitaria, facilitando la interoperabilidad y el intercambio de datos entre las universidades, no solo españolas sino también aquellas pertenecientes a la Unión Europea, mediante el uso de ontologías. La ontología se centra en la representación semántica de diversos conceptos académicos, organizacionales y de investigación, como personas, organizaciones, publicaciones, eventos, y roles, entre otros, utilizando para ello clases y propiedades específicas.

En este mismo sentido, "Onto Universidad", desarrollado por la Universidad de Extremadura¹⁸, provee un modelo semántico para identificar y expresar las características de una universidad. Actualmente se encuentra en continua fase de desarrollo para adaptarse a las necesidades de representación que necesitan los datos de una universidad. La ontología hace uso de otros vocabularios bien conocidos para complementar la representación del conocimiento.

El trabajo fin de grado "Desarrollo de Ontología de Títulos de Grado" desarrollado por Jonatan Rengel Quiroga¹⁹, describe el desarrollo de una red de ontologías para representar la información de títulos de grado en educación superior, siguiendo la metodología NeOn para su estructuración y alineación con recursos de conocimiento existentes. Se enfoca en la especificación de requisitos, selección y reutilización de ontologías de dominio, y conceptualización para facilitar la gestión y acceso a la información académica relevante.

Este trabajo resalta la importancia de las ontologías en el ámbito educativo y propone un marco para la integración y análisis de datos educativos a nivel europeo

La "Ontología de Títulos Universitarios" (OTN), desarrollada por Mariano Fernández-López²⁰, se propone como un marco formal para el intercambio de información relacionada con los títulos universitarios oficiales, en línea con la Guía Práctica para la Evaluación del Seguimiento de Títulos Universitarios Oficiales de la Fundación Madri+d. Esta ontología, diseñada para ser pública y aplicable a las universidades de la Comunidad de Madrid, tiene el potencial de ser extendida según las necesidades de diferentes aplicaciones que se construyan sobre ella.

La "Propuesta de Ontología OWL para la Representación de la Oferta de Estudios Universitarios en España", elaborado por María Ester Rubio Lucas²¹ como trabajo fin de grado en 2014, tiene como finalidad crear una ontología en lenguaje OWL que permita representar de manera semántica y estructurada la oferta educativa universitaria en España, alineada con el modelo competencial del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Otro documento muy interesante es el desarrollado Laia Blasco-Soplon²², denominado "Visualizar planes de estudios para ver competencias, crear visualizaciones para generar preguntas", como tesis doctoral en 2023, donde examina críticamente cómo se ha llevado a cabo la implementación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en España durante el período 2013-2023, poniendo especial énfasis en la limitada visibilidad de las competencias dentro de los programas de estudio. La investigación propone y desarrolla un prototipo de herramienta interactiva de visualización de datos, diseñada específicamente para mostrar la estructura de competencias de los programas universitarios.

2.4. Web semántica

El concepto de Web Semántica surgió como una propuesta del World Wide Web Consortium (W3C) en 2001, buscando transformar la web, en un espacio donde los datos puedan ser interpretados y manejados automáticamente por las máquinas.

Según la W3C denomina la web semántica²³ como:

“una Web extendida, dotada de mayor significado en la que cualquier usuario en Internet podrá encontrar respuestas a sus preguntas de forma más rápida y sencilla gracias a una información mejor definida. Al dotar a la Web de más significado y, por lo tanto, de más semántica, se pueden obtener soluciones a problemas habituales en la búsqueda de información gracias a la utilización de una infraestructura común,

mediante la cual, es posible compartir, procesar y transferir información de forma sencilla.”

Para entender que distingue la Web semántica de sus predecesores, es importante entender las bases de la estructura de la Web.

La Web actual se fundamenta en estándares como el HTML, que es el lenguaje de marcas utilizado en los documentos web⁵; y las URL, que identifican la ubicación exacta de estos documentos.

No obstante, estos componentes no poseen capacidad semántica. Esto significa que, aunque los documentos HTML pueden estar equipados con metadatos que ofrecen cierto contexto, generalmente no aclaran el significado del contenido que incluyen. En la Web, los ordenadores son capaces de localizar contenidos específicos mediante las URL, pero no tienen la capacidad de interpretar o entender qué representan esos contenidos.

De esta forma, con la Web semántica, los ordenadores pueden distinguir las propiedades que diferencian, por ejemplo, el objeto “banco” como institución financiera, del objeto “banco” como opción de asiento.

Por lo tanto, el fin de la Web semántica es dotar a la Web actual de datos con significado, que permita un procesamiento automatizado de la información.

Los dos aspectos fundamentales en las que se basa la Web semántica quedan representados en la Tabla 5:

Descripción del significado	Manipulación automática del significado
Donde definimos los conceptos de: <ul style="list-style-type: none"> • Semántica, • Metadatos y • Ontologías. 	A través de: <ul style="list-style-type: none"> • Lógica y la • Inferencia.

Tabla 5: Aspectos principales de la Web semántica

- **Semántica:** Se encarga de dotar de significado a los datos para ser interpretados por las máquinas.
- **Metadatos:** Son datos que describen y proporcionan información sobre otros datos. Es decir, es información estructurada que describe o explica determinados recursos de la web.

⁵ Un documento Web es un tipo específico de recurso Web. Los documentos web pueden ser, por ejemplo, archivos en formato HTML o XML.

- **Ontologías:** Se refiere a la estructuración formal de conocimiento como un conjunto de conceptos dentro de un dominio, junto con las relaciones entre esos conceptos y sus atributos.

Las ontologías proporcionan, por tanto, la columna vertebral para la Web Semántica, actuando como herramientas que definen el marco conceptual necesario para que la información en la Web sea entendible no solo por humanos, sino también por los ordenadores.

La Figura 2 muestra este esquema:

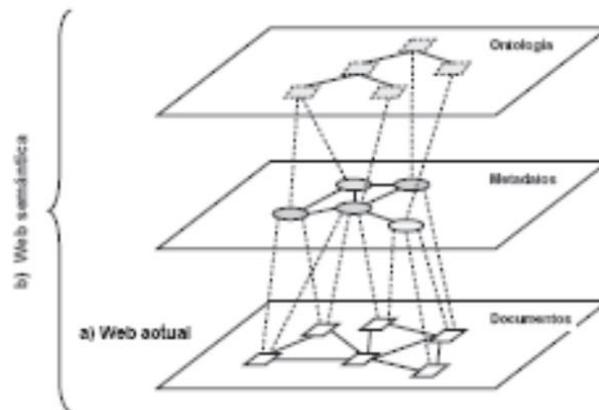


Figura 2: Capas de la Web semántica.

Fuente:

<https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA172515886&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=18163823&p=IFME&sw=w&userGroupName=anon%7E3545a718&atv=open-web-entry>.

2.5. Ontología

2.5.1. Definición de ontología

La ontología, en el ámbito de la Web semántica, se concibe como una forma detallada y estructurada de organizar un concepto específico, permitiendo no solo el almacenamiento de información, sino también su búsqueda y reutilización. Funciona definiendo las relaciones y términos fundamentales para comprender un área de conocimiento, así como las reglas necesarias para combinar estos términos de manera que enriquezcan su significado.

Existen diferentes definiciones de ontología, aunque la más aceptada es la dada por Tom Gruber²⁴ en 1993:

“Una ontología es la especificación de una conceptualización”.

Borst²⁵, en 1997, trata de hacer más específica la definición dada por Gruber y la define como:

“una especificación formal de una conceptualización compartida”.

Studer, Benjamins, & Fensel²⁶, en 1998, dan un sentido más amplio a la definición dada por Gruber y Borst, definiéndola como:

“una especificación explícita y formal sobre una conceptualización compartida”.

De esta manera, según Gruber²⁴, una ontología:

- Es explícita, porque define los conceptos, propiedades, relaciones, funciones, axiomas y restricciones que la componen.
- Es formal, porque es legible e interpretable por las máquinas.
- Es una conceptualización, porque es un modelo abstracto y una vista simplificada de las entidades que representa.
- Es compartida porque ha habido un consenso previo sobre la información que ha sido acordado por un grupo de expertos.”

En resumen, una ontología es un sistema de representación del conocimiento que resulta de seleccionar un dominio o ámbito del conocimiento, y aplicar sobre él un método con el fin de obtener una representación formal de los conceptos que contiene y de las relaciones que existen entre dichos conceptos.

2.5.2. Características de una ontología

Según Gruber²⁴, una ontología está formada por cinco tipos de componentes que sirven para representar el conocimiento de algún dominio específico. Está formada por conceptos, relaciones, funciones, axiomas e instancias:

- Los conceptos son las ideas básicas que se intentan formalizar. Pueden ser clases de objetos, métodos, planes, estrategias, procesos de razonamiento, etc.
- Las relaciones representan la interacción y enlace entre los conceptos del dominio. Forman la taxonomía del dominio.
- Las funciones son un tipo concreto de relación donde se identifica un elemento mediante el cálculo de una función que considera varios elementos de una ontología.
- Las instancias representan objetos determinados de un concepto.
- Los axiomas son reglas que se declaran sobre relaciones que deben cumplir los elementos de la ontología. Los axiomas, junto con la herencia de conceptos, permiten inferir conocimiento que no esté indicado explícitamente en la taxonomía de conceptos.

Existen diversas tipologías de ontologías que se pueden clasificar siguiendo diferentes criterios.

Según Van Heist²⁷ las ontologías pueden clasificarse de acuerdo con la cantidad y tipo de estructura de la conceptualización en:

- **Ontologías terminológicas:** Especifican los términos que son usados para representar conocimiento en el universo del discurso. Suelen ser usadas para unificar vocabularios en un campo determinado y son conocidas también como ontologías lingüísticas.
- **Ontologías de información:** Especifican la estructura de almacenamiento de bases de datos. Ofrecen un marco para almacenamiento estandarizado de información.
- **Ontologías del modelado del conocimiento:** Especifican conceptualizaciones del conocimiento. Contiene una rica estructura interna y suelen estar ajustadas al uso particular del conocimiento que describen.

Según su grado de dependencia y relación con una tarea específica (Guarino²⁸, 1998; Vitturini y Fillottrani²⁹, 2012), clasifica las ontologías en:

- **Ontologías Genéricas:** Describen conceptos más generales; no son conceptos específicos de un dominio. Este tipo de ontologías describen conceptos básicos como pueden ser el tiempo, la conducta, la causalidad, etc.
- **Ontologías de Dominio:** Describen un vocabulario relacionado con un dominio genérico. El significado particular de un término aplicado a ese dominio es proporcionado por el dominio de la propia ontología.
- **Ontologías de Tareas:** Describen una tarea o una actividad, proporcionando el vocabulario necesario para describir los términos involucrados en esa tarea que pueden estar relacionados con tareas similares en el mismo dominio o en dominios distintos. Incluye nombres, verbos, frases y adjetivos relacionados con la tarea “objetivo”, “planificación”, “asignar”, “clasificar”, etc).
- **Ontologías de Aplicación:** Describen conceptos que dependen tanto de un dominio específico como de una tarea específica, y generalmente son una especialización de ambas.

2.6. Arquitectura de la web semántica

La Web semántica se puede interpretar como una arquitectura jerarquizada en capas, que según la propuesta de Tim Berners-Lee en 2006, es la mostrada en la Figura 3:

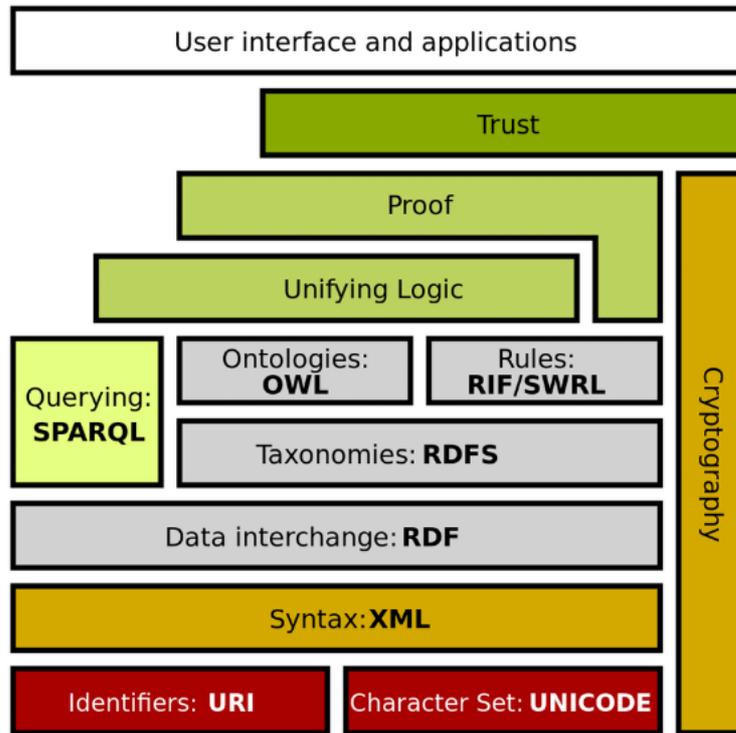


Figura 3: Arquitectura de la Web semántica.

Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Semantic-web-stack-Architecture-en-couches-du-web-semantic-SHADBOLT-BERNERS-LEE-et_fig1_320193962

2.6.1. URI

U.R.I. es la abreviatura de Uniform Resource Identifier (Identificador Uniforme de Recursos). Es una cadena de caracteres que identifica cualquier recurso Web.

La sintaxis de un URI define su estructura, lo que permite a un programa entenderlo.

La sintaxis genérica de una URI se muestra en la Figura 4:

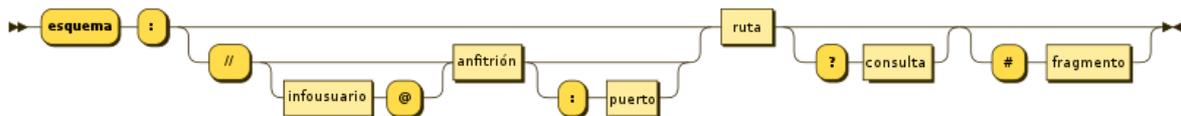


Figura 4: Sintaxis genérica de un URI.

Fuente: https://en.wikipedia.org/wiki/File:URI_syntax_diagram.svg

Un URI consta de un máximo de cinco partes, de las cuales solo dos son obligatorias:

- **esquema:** Proporciona información sobre el protocolo utilizado. Los más comunes son HTTP, HTTPS, FTP, mailto, file y siempre van seguidos de dos puntos.
- **anfitrión:** Identifica el dominio. Componente opcional precedido de una doble barra y terminado por una barra.

- **ruta:** Muestra la ruta exacta al recurso en una estructura de directorios. Puede estar vacía o separada por una barra.
- **consulta:** representa la acción de consulta. Componente opcional que contiene una cadena de consulta de pares (clave=valor). Va precedido de un signo de interrogación.
- **fragmento:** Designa una parte del recurso principal. Componente opcional que hace referencia a una sección del recurso primario. Esta precedido del símbolo # y terminado por el final del URI.

Las dos barras después de los primeros dos puntos solo son necesarias si hay contenido en la parte de anfitrión. Asimismo, anfitrión puede contener información del usuario, que se separa del dominio mediante el signo de @, e incluir una especificación de puerto al final, que se separa a su vez del dominio mediante dos puntos.

URI vs URN vs URL

U.R.N. son las siglas de Uniform Resource Name (Nombre de Recurso Uniforme) y designa al recurso de manera permanente y es independiente de su ubicación.

U.R.L. son las siglas de Uniform Resource Locator (Localizador de Recurso Uniforme) y se utiliza para indicar la ubicación de un recurso.

La Figura 5 muestra que una URI es o bien una URL o una URN o ambas a la vez.

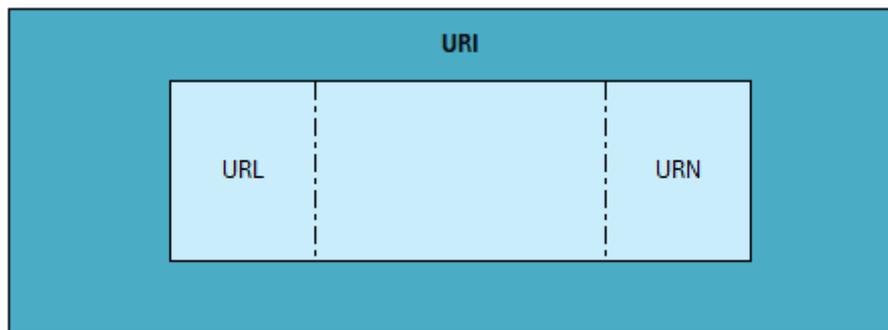


Figura 5: Relación entre URI, URL y URN.

2.6.2. Unicode

Es un estándar de codificación de caracteres diseñado para facilitar el tratamiento, transmisión y visualización de información de numerosos idiomas y disciplinas técnicas.

Unicode define cada carácter o símbolo mediante un nombre e identificador numérico. Este identificador numérico se representa utilizando notación hexadecimal agregando el prefijo U + (0x10FFFF). De esta forma se puede expresar información en la Web semántica en

cualquier idioma. Además, este estándar ha sido ampliamente adoptado en diversas tecnologías recientes como XML.

2.6.3. XML

X.M.L. es la abreviatura de eXtensible Markup Language (Lenguaje de Marcado Extensible)³⁰. Se trata de un metalenguaje que permite estructurar y almacenar los datos en documentos en forma de árboles de elementos con atributos, para favorecer el intercambio de estos en la Web. Su función es describir los datos de una forma legible tanto para los humanos como para las máquinas. XML proporciona una sintaxis para la representación explícita de los datos permitiendo crear etiquetas propias adaptadas a cualquier necesidad. Sin embargo, es un lenguaje que no aporta significado a los datos, ya que no tiene capacidades semánticas.

Un documento XML está formado por un prólogo y por el cuerpo del documento.

El prólogo es opcional y puede contener la declaración XML junto con instrucciones de procesamiento, comentarios y la Declaración del Tipo de Documento (DTD).

El DTD especifica qué elementos y atributos están permitidos en el documento, cómo deben estar organizados, y qué relación de anidamiento pueden tener entre sí.

El cuerpo del documento, sin embargo, está formado por:

- Un único elemento raíz que encierra todos los demás elementos. El elemento raíz proporciona el punto de partida para la estructura del documento y define el ámbito en el que se encuentran todos los demás elementos y datos del documento.
- Elementos que son los componentes estructurales básicos del documento XML. Un elemento se compone de una etiqueta de inicio, una etiqueta de cierre y, opcionalmente, contenido entre estas etiquetas. Los elementos pueden anidarse dentro de otros elementos, permitiendo así crear una jerarquía de datos.
- Atributos que proporcionan características o propiedades adicionales sobre los elementos. Se especifican dentro de la etiqueta de inicio de un elemento y tienen un formato de pares nombre-valor.
- Contenido de un elemento que puede ser texto, otros elementos (permitiendo el anidamiento y la creación de estructuras jerárquicas), o una combinación de ambos.

Presentamos en la Figura 6, un esquema descriptivo:

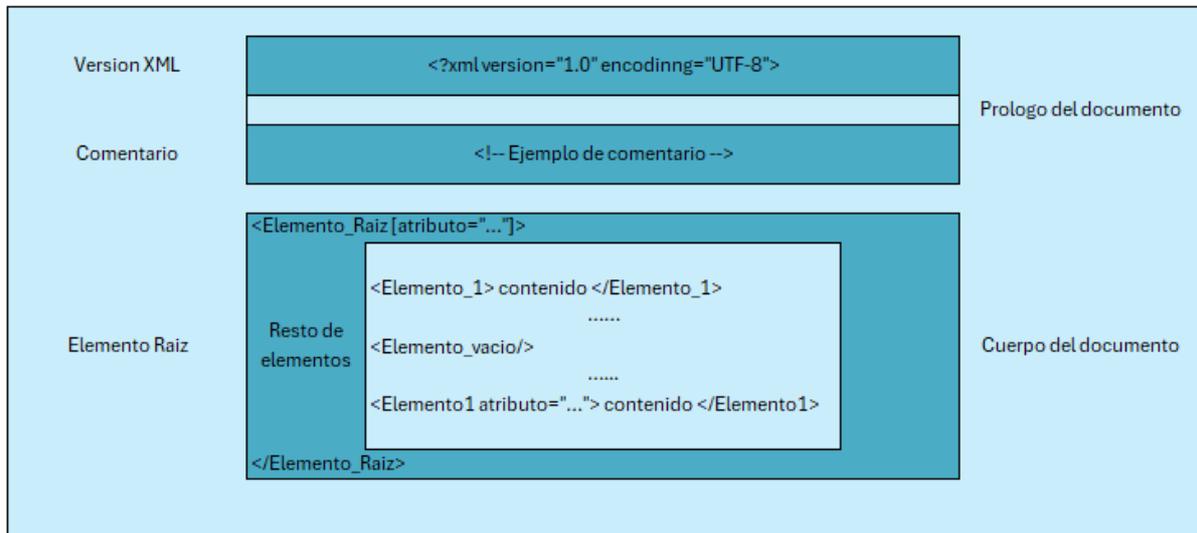


Figura 6: Estructura documento XML

2.6.4. RDF

R.D.F es la abreviatura de Resource Description Framework (Marco de Descripción de Recursos). Constituye un conjunto de especificaciones estándar propuesto por el W3C²³, para modelar información sobre recursos en la Web. A diferencia de XML, RDF está diseñado específicamente para representar información de manera semántica, facilitando que las máquinas "entiendan" y procesen la relación entre los datos. RDF utiliza un modelo de grafos para describir afirmaciones sobre recursos en forma de tripletas sujeto-predicado-objeto.

Según Segaran, Evans, y Taylor, en 2009³¹, define RDF como:

“un lenguaje para expresar modelos de datos utilizando sentencias como tripletas. ... Cada sentencia está compuesta por un sujeto, un predicado y un objeto.”

La estructura del RDF, por tanto, se basa en tres conceptos fundamentales:

- **Sujeto:** Es el recurso del cual se afirma algo. En RDF, el sujeto está identificado por un URI, asegurando que cada sujeto sea único y claramente definido en el contexto de la Web. El sujeto puede ser cualquier cosa de interés, como una persona, un lugar, un objeto físico, o un concepto abstracto.
- **Predicado:** Especifica la naturaleza de la relación o la propiedad que se está describiendo del sujeto. Funciona como un verbo en una oración, indicando cómo se

relaciona el sujeto con el objeto. Los predicados también son identificados por URIs, lo que permite una definición precisa y reutilizable de diferentes tipos de relaciones.

- **Objeto:** Es el recurso o valor que está vinculado al sujeto mediante el predicado. El objeto puede ser otro recurso, identificado por un URI, permitiendo así describir relaciones entre dos recursos. O, por el contrario, el objeto puede ser un valor literal, como una cadena de texto, un número, o una fecha, que proporciona información específica sobre el sujeto.

Una de las características de RDF es su capacidad de representar las sentencias como un grafo de nodos y arcos que representan los recursos, sus propiedades y valores. Los sujetos y objetos son nodos, mientras que los predicados son arcos dirigidos.

Una sentencia representada mediante grafos de nodos queda recogida en la Figura 7:

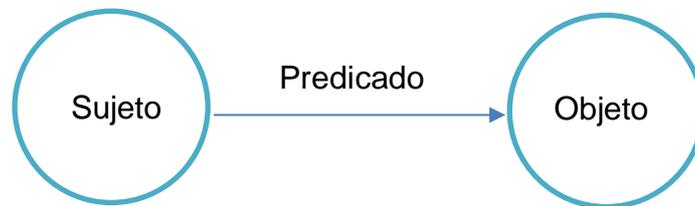


Figura 7: Grafo RDF.

2.6.5. RDFS

R.D.F.S. o RDF Schema es una extensión semántica de RDF. Proporciona los elementos básicos para la descripción de vocabularios y se basa en la sintaxis de XML. La primera versión fue publicada por la W3C³² en 1998 y la versión actual es la 1.1³³. RDFS permite modelar los metadatos con una representación explícita de su semántica y especificar restricciones de tipos de datos para los objetos de las triplas RDF.

Un schema define el significado, características y relaciones de un conjunto de propiedades. Esto incluye la definición de clases (tipos de recursos), propiedades (relaciones entre recursos) y las restricciones sobre estas propiedades, como dominios (dónde pueden aplicarse) y rangos (los tipos de valores que pueden tomar).

Clases

Los recursos pueden estar divididos en clases. Los recursos que pertenecen a una clase se llaman instancias. Las clases están definidas por el International Resource Identifier (IRI)⁶ y

⁶ El IRI es una extensión del URI que soporta un conjunto más amplio de caracteres, incluyendo casi todos los caracteres del conjunto de caracteres Unicode.

pueden ser descritas por propiedades. Las clases presentan relaciones de herencia y jerarquía entre ellas, de tal modo que existen superclases y subclases. Las subclases heredan las propiedades de su superclase. RDF Schema soporta la herencia múltiple, donde una clase puede tener varias superclases.

Las clases básicas quedan recogidas en la Figura 8:

Nombre de la clase	Comentario
rdfs:Class	Permite declarar recursos como clases para otros recursos. Es la superclase de todas las clases.
rdfs:Resource	Es la clase a la que pertenecen todos los recursos. Es una instancia de rdfs:Class.
rdfs:Literal	Es la clase de todos los valores literales, como, por ejemplo, cadenas de texto o números enteros. Es una instancia de rdfs:Class y una subclase de rdfs:Resource.
rdfs:Datatype	Es la clase que abarca los tipos de datos que pueden asociarse a los valores literales. Es una instancia y subclase de rdfs:Class y subclase de rdfs:Literal.
rdfs:Property	Es la clase que abarca las propiedades de los recursos. Es una instancia de rdfs:Class.

Figura 8: Clases RDFS

Propiedades

Permite describir las relaciones entre los recursos RDFS. También existe herencia en las propiedades, pudiendo establecerse una jerarquía de propiedades.

Las propiedades principales quedan recogidas en la Figura 9:

Nombre de la clase	Comentario
rdfs:subClassOf	Relaciona una clase con sus superclases. Indica la clase a la que pertenece una subclase. Es una instancia de rdfs:Property. El dominio y el rango es rdfs:Class.
rdfs:subPropertyOf	Se utiliza para definir jerarquías de propiedades. Es una instancia de rdfs:Property. El dominio y el rango es rdfs:Property.
rdfs:type	Se utiliza para indicar que un recurso es una instancia de una clase.

	Es una instancia de <code>rdfs:Property</code> . El dominio es <code>rdfs:Resource</code> y el rango <code>rdfs:Class</code> .
--	--

Figura 9: Propiedades RDFS

Restricciones de propiedades

Las restricciones de propiedades se recogen en la Figura 10:

Nombre de la clase	Comentario
<code>rdfs:domain</code>	Se utiliza para indicar las clases sobre las que se puede aplicar una determinada propiedad. Es una instancia de <code>rdfs:Property</code> . El dominio es <code>rdfs:Property</code> y el rango es <code>rdfs:Class</code> .
<code>rdfs:range</code>	Se utiliza para indicar los posibles valores de una propiedad en una clase. Es una instancia de <code>rdfs:Property</code> . El dominio es <code>rdfs:Property</code> y el rango es <code>rdfs:Class</code> .

Figura 10: Restricciones de propiedad RDFS

2.6.6. OWL

O.W.L. son las siglas de Web Ontology Language (Lenguaje de Ontología para la Web). Es un lenguaje utilizado para crear, compartir e integrar ontologías en la Web, desarrollado por W3C³⁴. OWL se basa y es una extensión de RDF y RDFS, proporcionando un vocabulario y una sintaxis más rica para la descripción de clases y propiedades. En 2012 la W3C actualizó la OWL a su versión OWL 2³⁵, siendo esta la versión más reciente.

Los elementos básicos de OWL se pueden agrupar de la siguiente manera:

- **Clases e instancias:** En OWL se definen los siguientes tipos de clases: `owl:Class` que representa una clase como un conjunto de instancias, `owl:Thing` que es la clase que incluye todas las posibles instancias en OWL y `owl:Nothing` que es la clase que no tiene ninguna instancia.
- **Propiedades:** En OWL se pueden definir propiedades entre instancias mediante `owl:ObjectProperty` o entre una clase y un literal utilizando `owl:DatatypeProperty`.
- **Características de las propiedades:** OWL permite definir ciertos tipos de propiedades que permite enriquecerlas.

Según Pastor³⁶, en 2011:

Transitiva (owl:TransitiveProperty): si tenemos las siguientes tripletas $\langle A \rangle - P - \langle B \rangle$ y $\langle B \rangle - P - \langle C \rangle$, y P está declarada como una propiedad transitiva entonces puede inferirse la sentencia $\langle A \rangle - P - \langle C \rangle$.

Simétrica (owl:SymmetricProperty): si tenemos $\langle A \rangle - P - \langle B \rangle$ y P está declarada como una propiedad simétrica, entonces puede inferirse la sentencia $\langle B \rangle - P - \langle A \rangle$.

Funcional (owl:FunctionalProperty): si tenemos las siguientes tripletas $\langle A \rangle - P - \langle B \rangle$ y $\langle A \rangle - P - \langle Z \rangle$, y la propiedad P está declarada como funcional, entonces puede inferirse que $\langle B \rangle$ y $\langle Z \rangle$ son el mismo recurso.

Inversa (owl:InverseOf): si una propiedad P1 se define como inversa de P2, entonces a partir de la sentencia $\langle A \rangle - P1 - \langle B \rangle$, puede inferirse $\langle B \rangle - P2 - \langle A \rangle$.

Inversa Funcional (owl:InverseFunctionalProperty): si una propiedad P se define como inversa funcional, y tenemos las sentencias $\langle A \rangle - P - \langle Z \rangle$ y $\langle B \rangle - P - \langle Z \rangle$, entonces $\langle A \rangle$ y $\langle B \rangle$ son el mismo recurso”.

- **Equivalencias:** En OWL pueden definirse equivalencias entre clases o propiedades mediante owl:equivalentClass y owl:equivalentProperty respectivamente.
- **Restricciones:** En OWL se pueden establecer restricciones en donde todos los valores de una propiedad dada, cuando se aplican a instancias de una clase particular, deben ser instancias de esa clase (owl:allValuesFrom) o al menos una de ellas (owl:someValueFrom).

OWL también permite definir restricciones de cardinalidad que permite restringir el número de relaciones que las instancias de una clase pueden establecer con instancias de otra clase (owl:cardinality) o definir intervalos de cardinalidad (owl:maxCardinality) y (owl:minCardinality).

- **Operaciones sobre las clases y propiedades:** En OWL se pueden definir clases y propiedades que son el resultado de la intersección (owl:intersectionOf), unión (owl:unionOf) o complemento (owl:complementOf) entre clases o propiedades.

OWL también permite indicar cuando dos clases son disjuntas (owl:disjointWith).

Según el W3C³⁷ existe la siguiente tipología de lenguajes OWL cada una con más expresividad que el anterior:

“OWL Lite está diseñado para aquellos usuarios que necesitan principalmente una clasificación jerárquica y restricciones simples. Por ejemplo, a la vez que admite restricciones de cardinalidad, sólo permite establecer valores cardinales de 0 o 1.

OWL DL está diseñado para aquellos usuarios que quieren la máxima expresividad conservando completitud computacional (se garantiza que todas las conclusiones sean computables), y resolubilidad (todos los cálculos se resolverán en un tiempo finito).

OWL Full está dirigido a usuarios que quieren máxima expresividad y libertad sintáctica de RDF sin garantías computacionales.”

2.6.7. SWRL

S.W.R.L. es la abreviatura de Semantic Web Rule Language (Lenguaje de Reglas de la Web Semántica). Es un lenguaje que se puede utilizar para expresar reglas y lógica, combinando los lenguajes OWL DL, OWL Lite y RuleML de Datalog. Fue enviado al W3C³⁴ en 2004 por varios autores y permite dotar a la Web semántica de la expresividad de OWL con las capacidades de un sistema de reglas.

Una regla SWRL se compone de un antecedente (cuerpo) y un consecuente (cabeza), siguiendo el siguiente significado: siempre que se cumplan las condiciones específicas en el antecedente, entonces las condiciones específicas en el consecuente también deben de cumplirse.

La sintaxis de una regla es la siguiente:

antecedente -> consecuente

Tanto el antecedente como el consecuente son conjunciones de afirmaciones que se representan con el símbolo (\wedge). Estas afirmaciones se llaman átomos. Cada átomo está formado por una o varias variables, dependiendo el tipo de átomo. Las variables se representan mediante un signo de interrogación (?) seguido de un identificador de variable (x), (y), etc. Los átomos pueden adoptar la forma C(x), P(x,y), sameAs(x,y) o differentFrom(x,y), donde C es una owl:Class, P puede ser una owl:ObjectProperty o owl:DataProperty. Las variables x e y son instancias o valores de datos.

Existen diferentes tipos de átomos, de los cuales se destacan los siguientes:

- **Átomos de clase:** Especifican que una instancia pertenece a una clase determinada. Presentan la forma: owl:Class (?x), donde (x) es una instancia de la clase Class.
- **Átomos de propiedad de objeto:** Indican una relación entre dos instancias. Presentan la forma: owl:ObjectProperty (?x, ?y), donde (x) e (y) son instancias que cumplan con la relación ObjectProperty.

- **Átomos de propiedad de datos:** Relacionan una instancia con un valor literal. Presentan la forma: owl:DataProperty (?x, ?y), donde (x) representa una instancia e (y) un valor de datos.
- **Buil-ins:** Son funciones predefinidas que permiten realizar operaciones específicas como operaciones matemáticas, de comparación, lógicas o de texto. Entre las operaciones de comparación tenemos:
 - equal: Compara si dos valores son iguales: swrlb:equal(?x, ?y) significa que el valor de ?x es igual al valor de ?y.
 - notEqual: Compara si dos valores no son iguales: swrlb:notEqual(?x, ?y) significa que el valor de ?x no es igual al valor de ?y.
 - lessThan: Comprueba si un valor es menor que otro: swrlb:lessThan(?x, ?y) significa que el valor de ?x es menor que el valor de ?y.
 - lessThanOrEqual: Comprueba si un valor es menor o igual a otro: swrlb:lessThanOrEqual(?x, ?y) significa que el valor de ?x es menor o igual al valor de ?y.
 - greaterThan: Comprueba si un valor es mayor que otro: swrlb:greaterThan(?x, ?y) significa que el valor de ?x es mayor que el valor de ?y.
 - greatherThanOrEqual: Comprueba si un valor es mayor o igual a otro: swrlb:greatherThanOrEqual(?x, ?y) significa que el valor de ?x es mayor o igual al valor de ?y.

2.6.8. SPARQL

S.P.A.R.Q.L. es la abreviatura de SPARQL Protocol and RDF Query Language (Protocolo SPARQL y lenguaje de consulta RDF). Se trata de un lenguaje de consulta RDF y es considerado como una de las tecnologías clave de la Web semántica. El W3C reconoció SPARQL 1.0 como recomendación³⁸ y la versión más reciente es la versión SPARQL 1.1³⁹. SPARQL utiliza el modelo de datos RDF, que estructura la información como tripletas compuestas por sujeto, predicado y objeto. Las consultas SPARQL operan sobre conjuntos de estas tripletas para encontrar, filtrar y procesar datos semánticos.

Como se ha comentado, los datos en RDF se conceptualizan como un grafo, donde los nodos representan sujetos y objetos, y los arcos representan predicados. En este sentido, SPARQL puede interrogar estos grafos, permitiendo realizar búsquedas complejas que involucran múltiples conexiones y niveles de relación entre los datos.

Una consulta SPARQL se estructura para interrogar datos almacenados en formato RDF y se compone de varias partes, que pueden variar dependiendo del tipo de consulta que se esté realizando.

La estructura básica de una consulta SPARQL incluye:

- **Prefijo PREFIX:** Se trata de abreviaturas opcionales para los URI utilizados en la consulta, lo que facilita la lectura y escritura de la consulta al no tener que definir los URIs completos.
- **Clausula SELECT:** Especifica las variables cuyos valores van a retornar como resultado de la consulta.
- **Clausula WHERE:** Contiene el patrón o patrones de tripleta que deben coincidir con los datos. Los patrones de tripleta definen las restricciones que deben cumplir los datos para ser incluidos en el resultado.
- **Modificadores de consulta:** Los modificadores de consulta como 'ORDER BY', 'LIMIT' o 'GROUP BY' permiten ordenar, limitar el número de resultados o agrupar los resultados según ciertos criterios, respectivamente.

Existen otras cláusulas que pueden ser de utilidad:

- **DISTINCT:** Se utiliza para asegurar que los resultados de una consulta SPARQL sean únicos, eliminando duplicados.
- **IF:** Es una forma de expresión condicional que devuelve un valor si una condición es verdadera y otro valor si es falsa.
- **BIND:** Se utiliza para asignar valores a una nueva variable basada en expresiones.
- **FILTER:** Se utiliza para restringir los resultados de una consulta basada en condiciones específicas. Esta cláusula elimina los resultados que no cumplen con la condición especificada.

Las funciones de agregación SUM y AVG:

- La función SUM se utiliza para sumar numéricamente los valores de una variable determinada sobre el conjunto de resultados de una consulta.
- La función AVG calcula el promedio de un conjunto de valores numéricos.

3. Análisis y diseño de la ontología

3.1. Análisis de la ontología

El desarrollo de esta ontología pretende incorporar el modelo competencial del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), en las universidades españolas que imparten el grado de Ingeniería Informática en modalidad online. Se ha procurado una estructura coherente que refleje las entidades fundamentales y sus relaciones, tal como se ilustra en la Figura 11. Esta ontología se ha diseñado para facilitar el análisis comparativo de los programas de estudio, asegurando que se adhieran a los estándares de calidad y competencias estipulados por el EEES.

Según lo establecido en las directrices del EEES y reflejado en el marco teórico, las competencias se van a clasificar en tres categorías primordiales: competencias básicas, competencias generales y competencias específicas. Esta diferenciación permite una organización curricular que no solo atiende a la adquisición de conocimientos técnicos, sino también al desarrollo integral del estudiante, promoviendo habilidades críticas para su desempeño en diversos contextos profesionales y sociales.

Por un lado, el concepto de resultados de aprendizaje se vincula directamente con las competencias a través de las diferentes asignaturas. Los resultados de aprendizaje representan los conocimientos, habilidades y actitudes que los estudiantes deben demostrar al finalizar su formación, siendo estos indicativos del logro de las competencias propuestas en los planes de estudio.

Además, el sistema de calificaciones del EEES se integra en esta estructura ontológica como un mecanismo para evaluar el grado de adquisición de los resultados de aprendizaje que el estudiante debe adquirir en las distintas asignaturas.

Las asignaturas dentro de un programa de estudio, por tanto, se configuran como vehículos para el desarrollo de estas competencias y para la obtención de los distintos resultados de aprendizaje. Se clasifican en tres tipos según su naturaleza y el papel que desempeñan en la formación del estudiante: asignaturas básicas, obligatorias y optativas. Las asignaturas se agrupan en materias y estas conforman los planes de estudio de un grado o titulación. Este enfoque permite que las universidades puedan diseñar menciones o itinerarios formativos con asignaturas que respondan a las necesidades y exigencias de aprendizaje de sus estudiantes.

Las asignaturas están estructuradas y distribuidas a lo largo del tiempo en cursos académicos. La selección y secuenciación de las asignaturas dentro de un curso académico

están diseñadas para alinear los contenidos y actividades de aprendizaje con los objetivos educativos y competencias específicas de cada ciclo.

Por otro lado, el sistema de cualificaciones del EEES proporciona un marco que clasifica los títulos universitarios según niveles de estudio, llamados ciclos (Grado y Postgrado) y se basa en los resultados de aprendizaje alcanzados y las competencias adquiridas en las diferentes asignaturas cursadas.

Estos aspectos son cruciales en la valoración de la calidad y relevancia de los programas educativos en el marco del EEES.

Cada ciclo se compone de varios cursos académicos, que juntos constituyen el camino hacia la adquisición de una titulación.

Se ha representado en esta ontología el rol del estudiante que se matricula en determinadas asignaturas que componen un determinado grado.

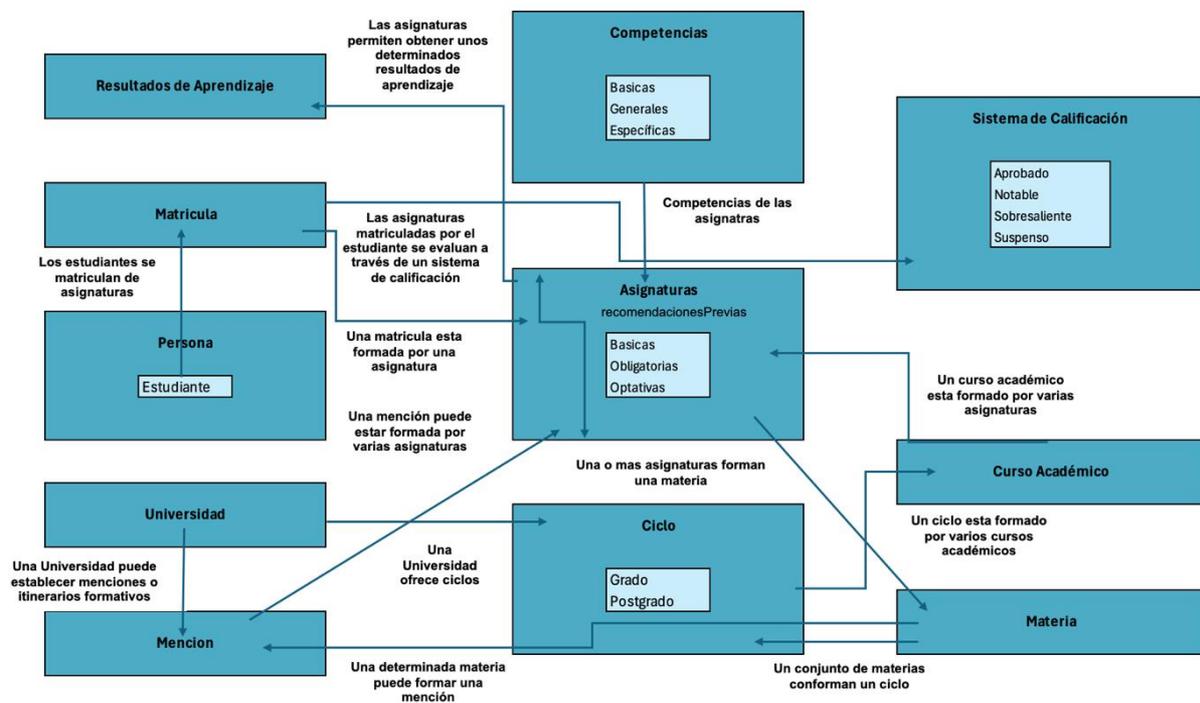


Figura 11: Entidades y relaciones en la ontología

3.2. Diseño de la ontología

Para la realización del diseño y creación de la ontología se ha utilizado la metodología seguida por la Universidad de Standford realizada por Noy y McGuiness en 2001³, que presenta los siguientes componentes:

1. **Determinar el dominio y cobertura de la ontología.**

El dominio de esta ontología se centra en el ámbito de la educación superior, específicamente en el análisis y evaluación de los programas de estudio ofrecidos por las universidades online españolas en el grado de Ingeniería Informática.

Se presenta la estructura y ofertas educativas de varias instituciones, incluyendo la organización curricular de los programas de estudio en asignaturas, materias y cursos académicos y las competencias que buscan desarrollar en los estudiantes. También contempla los resultados de aprendizaje esperados, el sistema de calificaciones para evaluar el logro de dichos resultados y competencias, y cómo se clasifican los títulos universitarios según el sistema de cualificaciones del EEES.

2. Considerar la reutilización de ontologías existentes.

En este sentido, un referente destacado ha sido el trabajo realizado por María Ester Rubio Lucas²¹ en su "Propuesta de ontología OWL para la representación de la oferta de estudios universitarios en España".

La investigación de Rubio Lucas proporciona una base y un punto de partida para este trabajo, ofreciendo una estructura ontológica definida y adaptada a las necesidades de representación de la oferta educativa universitaria en España, bajo el marco del EEES. Se identifican elementos que pueden ser directamente adaptados al proyecto, tales como clases, propiedades y relaciones, que permiten representar programas de estudio y la estructura académica universitaria.

La metodología empleada por Rubio Lucas para la elaboración de la ontología proporciona un marco que se puede seguir y adaptar a las especificidades de este dominio.

3. Enumerar los términos importantes en la ontología.

- a. Universidad como institución de educación superior que ofrece programas de estudio en modalidad en línea.
- b. Programa de estudio como el conjunto estructurado de materias que conforman un grado o titulación.
- c. Curso académico como periodo de tiempo en el que se imparten y evalúan un conjunto de asignaturas dentro de un programa de estudios.
- d. Asignatura como unidad de enseñanza y aprendizaje que forma parte de una materia, con competencias propias.
- e. Matricula como proceso mediante el cual un estudiante se inscribe en asignaturas dentro de un programa de estudios que le permite obtener créditos y cumplir con los requisitos académicos necesarios para obtener una determinada titulación.

- f. Competencia como las capacidades y habilidades que los estudiantes han de adquirir durante su proceso de aprendizaje.
- g. Resultados de aprendizaje como descriptores de lo que un estudiante sabe, comprende y es capaz de realizar al finalizar un proceso de aprendizaje.
- h. Sistema de calificación como método empleado para evaluar y documentar el rendimiento académico del estudiante en relación con los resultados de aprendizaje y competencias.
- i. Ciclo de estudio como los diferentes niveles de estudio definidos en el marco del EEES.

4. Definir las clases y las jerarquías de clases.

5. Definir las propiedades de las clases.

6. Definir las características de las propiedades.

7. Crear instancias.

Considerando la relevancia practica que conforman estos cuatro últimos puntos de la guía, estos serán descritos en mayor profundidad en el resto del capítulo.

3.2.1. Clases y jerarquía de clases

Las clases representan conceptos generales dentro del dominio de conocimiento que la ontología describe. La jerarquía de clases describe la organización de las clases en una estructura de árbol que permite la creación de subclases y superclases.

El término disjuncto hace referencia a que una misma instancia no puede pertenecer a dos clases disjuntas.

La Tabla 6 muestra la estructura de clases definida para esta ontología:

Clases	Subclases	Disjuncto
Asignatura	AsignaturaBasica	Disjuncta con el resto de las subclases de la clase Asignatura.
	AsignaturaObligatoria	Disjuncta con el resto de las subclases de la clase Asignatura.
	AsignaturaOptativa	Disjuncta con el resto de las subclases de la clase Asignatura.
Ciclo	Grado	Disjuncta con el resto de las subclases de la clase Ciclo.

	Postgrado	Disjunta con el resto de las subclases de la clase Ciclo.
Competencia	Básica	Disjunta con el resto de las subclases de la clase Competencia.
	Específica	Disjunta con el resto de las subclases de la clase Competencia.
	General	Disjunta con el resto de las subclases de la clase Competencia.
CursoAcademico		
Materia		
Matricula		
Mención		
Persona	Estudiante	
SistemaDeCalificacion	Aprobado	Disjunta con el resto de las subclases de la clase Sistema de Calificación.
	Notable	Disjunta con el resto de las subclases de la clase Sistema de Calificación.
	Sobresaliente	Disjunta con el resto de las subclases de la clase Sistema de Calificación.
	Suspenso	Disjunta con el resto de las subclases de la clase Sistema de Calificación.
Universidad		

Tabla 6: Tabla de clases

A continuación, se muestran las restricciones más importantes sobre las clases que se han definido:

- Una asignatura ha de desarrollar como mínimo una competencia.
- Una matrícula ha de tener como máximo una nota numérica o una nota textual.
- El ciclo de grado está formado por cuatro cursos académicos.
- Una Universidad puede ofrecer menciones en sus títulos de grado.
- Un estudiante se matricula de una asignatura.
- Una Universidad ofrece como mínimo un ciclo.
- Una materia tiene que estar formada como mínimo por una asignatura.

3.2.2. Propiedades de las clases

Las propiedades representan relaciones. Hay dos tipos de propiedades; las propiedades de objeto (objectProperties) y las propiedades de datos (dataProperties).

Se utiliza el formato camelCase, en el que los nombres de las propiedades se inician con una letra minúscula, sin espacios y empleando mayúsculas al inicio de cada palabra subsiguiente. Para la definición de las propiedades, se recomienda iniciar los nombres de estas con verbos, lo que facilita que sean fácilmente legibles y comprensibles.

Propiedades objeto

El termino dominio de una propiedad objeto, especifica la clase o las clases de las instancias que pueden actuar como sujetos en la relación definida por esa propiedad. En otras palabras, define en qué clases de entidades puede originarse o partir esta propiedad.

El termino rango de una propiedad objeto especifica la clase o las clases de las instancias que pueden actuar como objetos en la relación. Es decir, el rango define a qué clases de entidades puede apuntar esta propiedad.

Para el tipo de propiedad objeto, se presentan las siguientes relaciones que se muestran en la Tabla 6:

Propiedad Objeto	Dominio	Rango
desarrollaLaCompetencia	Asignatura	Competencia
esDesarrolladaPor	Competencia	Asignatura
esImpartidaEl	Asignatura	CursoAcademico
esLaCalificacionObtenidaEn	SistemaDeCalificacion	Asignatura
esNecesariaEnLaAsignatura	Asignatura	Asignatura
esOfrecidaPor	Mención	Universidad
estaCompuestoPorLaMateria	Grado	Materia
estaFormadaPorLaAsignatura	Materia	Asignatura
estaFormadaPorLasAsignaturas	Mención	Asignatura
estaFormadoPor	Grado	CursoAcademico
estaOfrecidaPorLa	Grado	Universidad
formadaPor	Matricula	Asignatura
formanParteDeLaMencion	Materia	Mención
formaParte	CursoAcademico	Grado
formaPateDel	Materia	Grado
formaParteDeLa	Asignatura	Matricula
formaParteDeLaMateria	Asignatura	Materia

formaParteDeLaMencion	Asignatura	Mención
incluyeLaMateria	Mención	Materia
obtieneLaCalificacionDe	Asignatura	SistemaDeCalificacion
ofreceEl	Universidad	Ciclo
ofreceLaMencion	Universidad	Mención
realizadaPor	Matricula	Estudiante
requiereLaAsignatura	Asignatura	Asignatura
seImparteLaAsignatura	CursoAcademico	Asignatura
seMatricula	Estudiante	Matricula

Tabla 7: Tabla de propiedades objeto

Propiedades de datos

El termino dominio en la propiedad de datos especifica la clase (o clases) a las que pertenece las instancias a las que puede aplicarse dicha propiedad.

El rango de una propiedad de datos determina los tipos de valores de datos que la propiedad puede tener.

Para el tipo de propiedad de datos, se presentan las siguientes relaciones que se muestran en la Tabla 7:

Propiedad de datos	Dominio	Rango
añoMatriculacion	Matricula	xds:string
añosGrado	Grado	xsd:int
codigoAsignatura	Asignatura	xsd:string
codigoCompetencia	Competencia	xsd:string
creditosAsignatura	Asignatura	xds:int
creditosGrado	Grado	xsd:int
descripcionCompetencia	Competencia	xsd:string
descripcionRecursoAprendizaje	Asignatura	xds:string
nombreAlumno	Estudiante	xds:string
nombreAsignatura	Asignatura	xds:string
nombreCurso	CursoAcedemico	xds:string
nombreGrado	Grado	xsd:string
nombreMateria	Materia	xds:string
nombreMención	Mención	xds: string
nombreUniversidad	Universidad	xsd:string

obtieneNotaFinalNumérica	Matricula	xsd:decimal
obtieneNotaFinalTexto	Matricula	xds:string
semestreImparte	Asignatura	xsd:string
semestreMatriculacion	Matricula	xds:string
titularidadUniversidad	Universidad	xsd:string
totalHorasEstudio	Asignatura	xsd:int

Tabla 8: Tabla de propiedades de datos

3.2.3. Características de las propiedades

El termino inverso de una propiedad se utiliza para especificar una relación bidireccional entre dos instancias de clases.

Por un lado, se definen las siguientes características para las propiedades objeto, formalizadas en la Tabla 8:

Propiedad Objeto	Inverso
desarrollaLaCompetencia	esDesarrolladaPor
esDesarrolladaPor	desarrollaLaCompetencia
esEstudiadaPor	seMatriculaEn
esImpartidaEl	seImparteLaAsignatura
esLaCalificacionObtenidaEn	obtieneLaCalificacionDe
esNecesariaEnLaAsignatura	requiereLaAsignatura
esOfrecidaPor	ofreceLaMencion
estaCompuestoPorLaMateria	formaParteDel
estaFormadaPorLaAsignatura	formaParteDeLaMateria
estaFormadaPorLasAsignaturas	formaParteDeLaMencion
estaFormadoPor	formaParte
estaOfrecidaPorLa	ofreceEl
formadaPor	formaParteDeLa
formanParteDeLaMencion	incluyeLaMateria
formaParte	estaFormadoPor
formaParteDel	estaCompuestoPorLaMateria
formaParteDeLa	formadaPor
formaParteDeLaMateria	estaFormadaPorLaAsignatura
formaParteDeLaMencion	estaFormadaPorLasAsignaturas
incluyeLaMateria	formaParteDeLaMencion

obtieneLaCalificacionDe	esLaCalificacionObtenidaEn
ofreceEl	estaOfrecidaPorLa
ofreceLaMencion	esOfrecidaPor
realizadaPor	seMatricula
requiereLaAsignatura	esNecesariaEnLaAsignatura
seImparteLaAsignatura	esImpartidaEl
seMatricula	realizadaPor

Tabla 9: Tabla de características de las propiedades objeto

Por otro lado, una propiedad de datos se considera funcional si, para cada instancia del dominio, puede haber a lo sumo un valor (de datos) para esa propiedad.

Se define la siguiente característica para las distintas propiedades de datos que se muestran en la Tabla 9:

	Propiedad de datos
Funcional	añosMatriculacion
	añosGrado
	codigoAsignatura
	codigoCompetencia
	creditosAsignatura
	creditosGrado
	descripcionCompetencia
	nombreAlumno
	nombreAsignatura
	nombreCurso
	nombreGrado
	nombreMateria
	nombreMención
	nombreUniversidad
	obtieneNotaFinalNumerica
	obtieneNotaFinalTexto
semestreMatriculacion	
titularidadUniversidad	
totalHorasEstudio	

Tabla 10: Tabla de características de las propiedades de datos

La propiedad de datos 'semestreImparte' no se define como funcional debido a que, en algunos programas de estudio, hay asignaturas que se pueden impartir indistintamente del semestre en un mismo curso académico.

En cuanto a la propiedad 'descripcionResultadoAprendizaje', tampoco se considera funcional, ya que se espera que cada asignatura contribuya al logro de múltiples resultados de aprendizaje.

3.2.4. Instancias

Las instancias hacen referencia a objetos determinados de las clases, y mediante ellos, se modela la estructura y el funcionamiento de los planes de estudio en el marco de la ontología propuesta.

Cada una de las instancias forman parte de las diferentes clases que se han definido. Estas instancias se relacionan con las clases a través de las propiedades objeto. Las propiedades de datos definen las características propias de cada instancia.

Las instancias se organizan en diversas categorías que reflejan los diversos componentes de la estructura académica y educativa. En este sentido, se dispone de un conjunto de instancias formadas por asignaturas que son impartidas en distintos cursos académicos, abarcando también las competencias que se buscan desarrollar a través de estas. Un grupo de instancias que constituyen áreas de conocimiento (materias), las cuales incluyen una o varias asignaturas. Estas áreas se han escrito en minúsculas para distinguirlas de las asignaturas que contienen. Se hace también referencia a las menciones como conjunto de asignaturas que permite al estudiante poder profundizar en un área específica de conocimiento dentro de un programa de estudios universitario. Además, se incluyen instancias relativas a las universidades y los grados que estas ofrecen. Se describe el papel del estudiante, que se matricula en asignaturas y que obtiene una determinada calificación, lo que permite inferir esta, de acuerdo con el sistema de clasificación establecido por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Esta organización permite una representación detallada y estructurada del ámbito educativo de educación superior, facilitando la identificación y análisis de la oferta académica, las habilidades y conocimientos que los estudiantes adquieren, así como la institución y el programa específico en el que se inscriben.

Para representar las instancias relativas a asignaturas, materias, competencias y menciones de manera que se eviten ambigüedades y se manejen adecuadamente las duplicidades entre diferentes grados, se adopta un formato que incluye el nombre de la institución educativa que las ofrece. De esta forma se garantiza la identificación única y precisa de cada asignatura,

materia, competencia y mención, incluso cuando existan homónimos en distintos programas académicos.

3.3. Repositorio para la ontología

La creación de un repositorio en GitHub⁴⁰ para alojar la ontología desarrollada en el marco de este trabajo responde a varias necesidades fundamentales para la gestión efectiva y la difusión del conocimiento generado a lo largo de este proyecto. GitHub⁴¹, como plataforma líder en alojamiento de código fuente y colaboración, ofrece herramientas robustas para el versionado, colaboración y compartición de proyectos de software, incluyendo ontologías. Las razones para utilizar GitHub en este proyecto son múltiples⁷.

Por un lado, GitHub se basa en Git, un sistema de control de versiones distribuido que permite un seguimiento detallado de cada cambio realizado en los archivos del proyecto. Esto facilita la recuperación de versiones anteriores en caso de necesidad, aspecto crucial en el desarrollo de una ontología, donde las definiciones y relaciones pueden evolucionar a lo largo del tiempo.

Por otro lado, se asegura que el proyecto pueda ser accesible globalmente, facilitando su descubrimiento y reutilización. La visibilidad pública o privada, permite compartir los avances y resultados de este trabajo, promoviendo la transparencia y fomentando su uso y retroalimentación. Además, GitHub proporciona una plataforma para documentar el proyecto (a través del archivo README), ofreciendo un contexto claro y guías de uso para potenciales usuarios.

⁷ Repositorio en: <https://github.com/Alejandro051173/EEES-Universidades-Online-Espa-olas.git>.

4. Implementación de la ontología

4.1. Obtención de los recursos necesarios

Para la implementación de la ontología en este proyecto, es necesario contar con herramientas adecuadas y datos actualizados que permitan una representación detallada y funcional de los mismos en el ámbito de la educación superior. En esta sección, se describe el software de desarrollo de ontologías seleccionado para este propósito, así como las fuentes de información utilizadas para poblar y validar la ontología.

4.1.1. Protégé

Protégé⁴² es un editor de ontologías gratuito y de código abierto desarrollado por la Universidad de Stanford. Ampliamente reconocido por su robustez y flexibilidad, este software es compatible con varios formatos de ontologías y ofrece un entorno gráfico rico para la creación, visualización y manipulación de ontologías. Las capacidades principales de esta aplicación incluyen:

- Soporte para OWL, lo que permite la modelización de ontologías adaptadas a las necesidades de la web semántica.
- Herramientas de edición y gestión que facilitan la definición de clases, propiedades y relaciones, así como la inserción de reglas lógicas para el razonamiento automático.
- Plugins y extensiones que expanden su funcionalidad, incluyendo herramientas de visualización, validación y exportación de datos.

La versión utilizada en este trabajo es la v5.6.3. Se trata de la última versión disponible que corrige algunos errores de versiones anteriores y actualiza la API OWL a la versión 4.5.26, como se indica en el repositorio de versiones de Protégé⁴³.

Los plugins en esta aplicación juegan un papel fundamental al extender y personalizar las capacidades del software de acuerdo con las necesidades específicas de los usuarios y proyectos de desarrollo de ontologías. De esta manera permite a los desarrolladores y usuarios integrar una amplia variedad de funcionalidades adicionales a través de estos complementos.

Para la realización de esta ontología se han hecho uso de las siguientes funcionalidades disponibles para este software:

- **OntoGraf**⁴⁴: La versión utilizada en este estudio corresponde con la v2.0.3. Este plugin proporciona funcionalidades de visualización gráfica para ontologías. Permite visualizar las relaciones entre las clases, las propiedades y los individuos en una

ontología a través de diagramas de nodos y aristas. Permite personalizar la visualización para mostrar u ocultar ciertos tipos de relaciones o entidades, según lo que se necesite representar.

La figura 12 muestra las clases y las relaciones entre ellas.

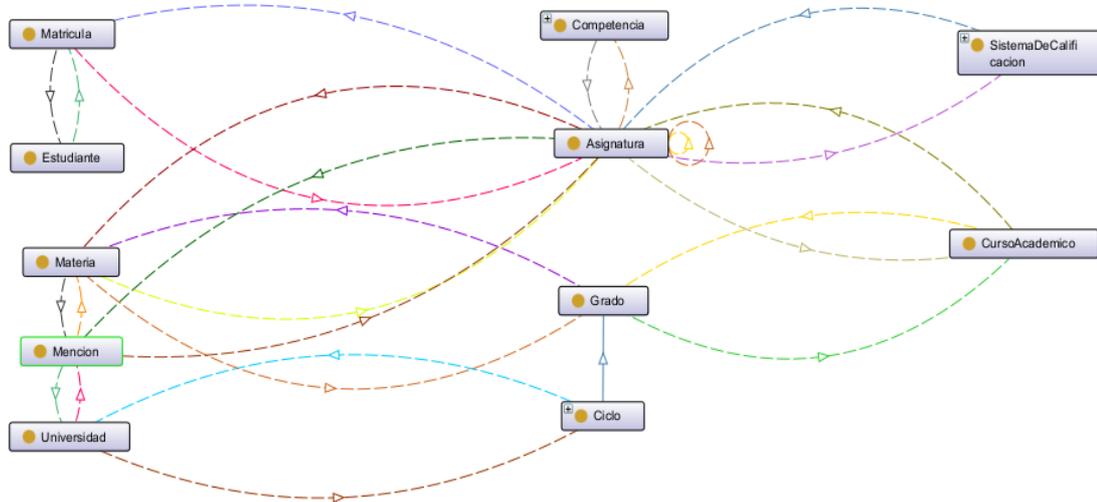


Figura 12: Diagrama de la ontología.

- **Pellet Reasoner**⁴⁵: Pellet es un razonador de ontologías que se utiliza para procesar y analizar ontologías escritas en OWL. Es conocido por ser uno de los primeros razonadores completamente compatibles con todas las construcciones de OWL DL, proporcionando soporte completo para razonamiento semántico según las especificaciones del W3C para OWL. Proporciona soporte para reglas SWRL, permitiendo que se puedan definir reglas lógicas adicionales que no son directamente expresables en OWL. La versión utilizada en este trabajo es la v2.2.0.
- **SWRLTab**⁴⁶: SWRLTab en Protégé es un componente de esta herramienta que permite a los usuarios escribir, editar y utilizar reglas escritas en SWRL. Estas reglas pueden ser fácilmente editadas o eliminadas dentro del SWRLTab. Además, ofrece la capacidad de organizar y gestionar un conjunto grande de ellas, facilitando la administración de estas. Las reglas definidas en él pueden ser procesadas por razonadores compatibles con SWRL, como Pellet. La versión utilizada en este documento es la v2.1.2.
- **SnapSPARQL**⁴⁷: Se trata de una API para analizar consultas SPARQL incorporada en Protégé. Esta API consta de un analizador de SPARQL, que analiza que las consultas sean sintácticamente correctas y estén bien formadas según el régimen de inferencia de OWL, y también proporciona descripciones de errores que permiten la

autocorrección y completado. Se trata pues, de un plugin, que utiliza los componentes mencionados para permitir consultar ontologías OWL que están contenidas en su espacio de trabajo. Además, puede integrarse con varios motores de razonamiento como Pellet. La versión utilizada es la v6.0.0.

4.1.2. Recursos

Para poblar y validar la ontología, hemos utilizado dos conjuntos de datos principales. El primero proviene del Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT)⁴⁸, que ofrece información detallada, oficial y actualizada sobre universidades reconocidas en España. Este registro es fundamental para garantizar que la ontología refleje datos precisos y actualizados sobre las instituciones y los títulos que ofrece cada una.

En este sentido se ha escogido la información de títulos publicada en este registro más reciente:

- Graduado o Graduada en Ingeniería Informática por la Universidad Nacional de Educación a Distancia cuya última modificación fue realizada el 02/03/2020⁴⁹.
- Graduado o Graduada en Ingeniería Informática por la Universitat Internacional Valenciana cuya última modificación fue realizada el 30/04/2021⁵⁰.
- Graduado o Graduada en Ingeniería Informática por la Universidad Internacional de La Rioja cuya última modificación fue realizada el 30/11/2021⁵¹.
- Graduado o Graduada en Ingeniería Informática por la Universidad a Distancia de Madrid con alta inicial el 08/03/2013⁵².
- Graduado o Graduada en Ingeniería Informática por la Universidad Internacional Isabel I de Castilla cuya última modificación fue realizada el 21/06/2017⁵³.
- Graduado o Graduada en Ingeniería Informática por la Universitat Oberta de Catalunya cuya última modificación fue realizada el 17/07/2020⁵⁴.

El segundo conjunto de datos se compone de información obtenida directamente de los planes de estudio publicados en las páginas web de las diversas universidades que son objeto de estudio. Estos planes de estudio proporcionan detalles específicos sobre los cursos, estructura curricular, créditos, requisitos y resultados de aprendizaje, entre otros aspectos esenciales. Los datos son los vigentes para el curso académico 2023/2024.

Los planes de estudio utilizados para representarla son:

- Plan de estudios para el Grado en Ingeniería Informática de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (U.N.E.D)⁵⁵.

- Plan de estudios para el Grado en Ingeniería Informática de la Universidad Internacional de Valencia (V.I.U.)⁵⁶.
- Plan de estudios para el Grado en Ingeniería Informática de la Universidad Internacional de la Rioja (U.N.I.R.)⁵⁷.
- Plan de estudios para el Grado en Ingeniería Informática de la Universidad a Distancia de Madrid (U.D.I.M.A.)⁵⁸.
- Plan de estudios para el Grado en Ingeniería Informática de la Universidad Isabel I (U.I.1)⁵⁹.
- Plan de estudios para el Grado en Ingeniería Informática de la Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.)⁶⁰.

4.2. Creación de la ontología

En el punto 3.2 de este trabajo se han descrito las clases, propiedades y relaciones que la ontología ha de tener. Así mismo, para el enriquecimiento de la ontología, se han utilizado la información procedente del Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) y de los planes de estudio disponibles en las páginas web de las universidades estudiadas, referenciadas en el punto 4.1.2.

Por otro lado, como se ha mencionado en el punto 4.1.1. de este estudio, se decide utilizar el programa Protégé para la creación de la ontología. La implementación de la ontología con este software permite aprovechar su funcionalidad de edición y gestión de modelos semánticos para estructurar las clases y sus relaciones según los estándares OWL. Este entorno de desarrollo proporciona herramientas visuales y sintácticas que facilitan la definición de las jerarquías de clases, la configuración de las propiedades y las relaciones entre entidades, lo que permite describir la riqueza de los datos académicos.

La interfaz principal de esta herramienta se divide en varias áreas de trabajo que pueden personalizarse según las necesidades del proyecto. Por defecto, incluye entidades (Entities) para clases, propiedades, individuos, y otras vistas relacionadas con la ontología en desarrollo.

Una de las vistas que ofrece el aplicativo, hace referencia a las métricas de la ontología. Estas métricas forman un conjunto de parámetros y estadísticas que se utilizan para evaluar la estructura, calidad, complejidad y desempeño de una ontología. La figura 13 muestra las métricas del proyecto.

Metrics

Axiom	10.782
Logical axiom count	8.865
Declaration axioms count	960
Class count	25
Object property count	26
Data property count	21
Individual count	887
Annotation Property count	3

Figura 13: Métricas de la ontología.

4.2.1. Clases en Protégé (Classes)

Las clases en Protégé pueden ser organizadas en una jerarquía que muestra la estructura de subclase-superclase, tal y como se muestra en la figura 14.

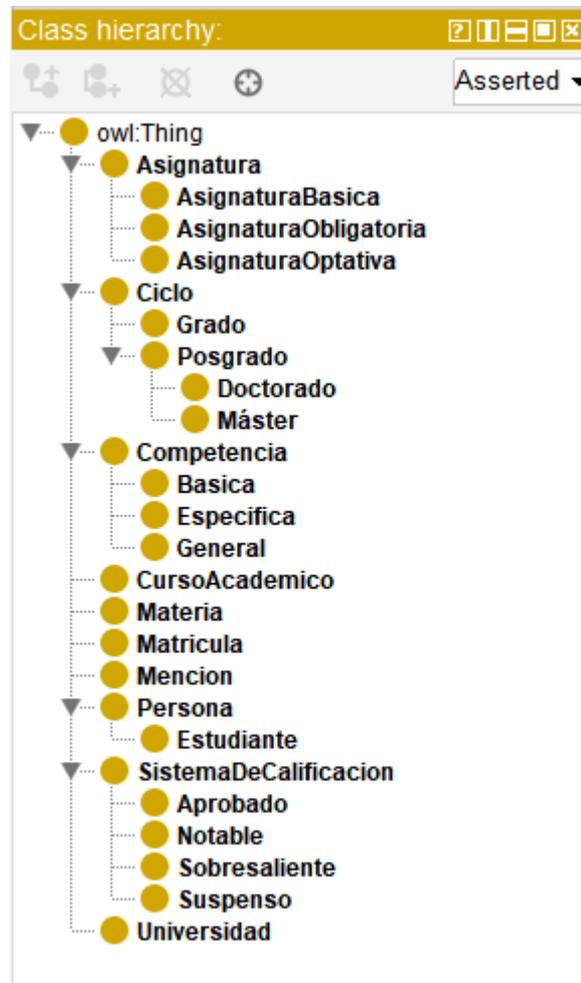


Figura 14: Classes de la ontología.

La figura 15 muestra las métricas relativas a los axiomas de clase. Un axioma de clase es una afirmación o regla que establece ciertas condiciones, restricciones, o relaciones que deben cumplir las instancias de esa clase para ser consideradas válidas dentro de la ontología. Estas condiciones quedan recogidas en la Tabla 6 y en el apartado 3.2.1. de este trabajo y hacen referencia a las condiciones de DisjointClasses y a las restricciones SubClassOf.

Class axioms

SubClassOf	31
EquivalentClasses	0
DisjointClasses	16
GCI count	0
Hidden GCI Count	0

Figura 15: Métricas de las classes.

4.2.2. Propiedades objeto en Protégé (Object properties)

Las propiedades objeto en Protégé permiten definir relaciones entre instancias de diferentes clases o entre instancias de la misma clase. Las propiedades de objeto son direccionales, lo que significa que tienen un dominio (de dónde proviene la relación) y un rango (hacia dónde va la relación). La figura 16 muestra el conjunto de propiedades objeto, definidas en el presente trabajo.

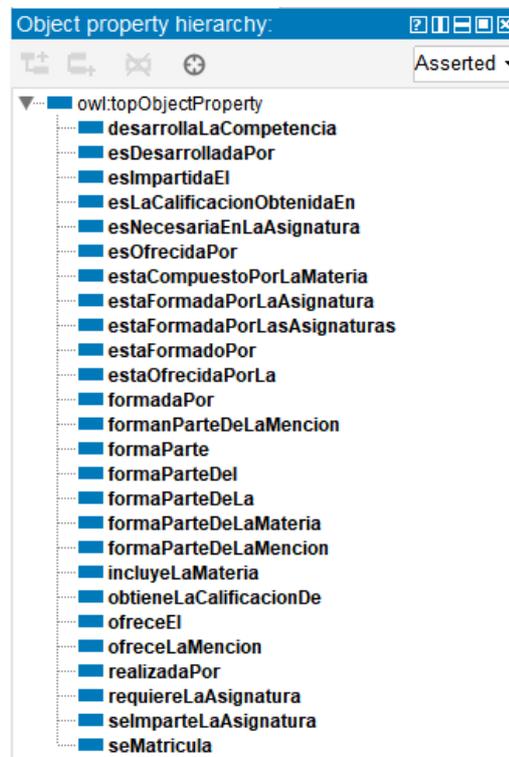


Figura 16: Object properties de la ontología.

Los axiomas de propiedades objeto hacen referencia a las declaraciones que definen el comportamiento y las características de las propiedades objeto dentro de la ontología.

En este trabajo se han definido las *InverseObjectProperties* (Tabla 9) y las *ObjectPropertyDomain* y *ObjectPropertyRange* (Tabla 7).

La figura 17 muestra las métricas relativas a los axiomas de las propiedades objeto.

Object property axioms

<i>SubObjectPropertyOf</i>	0
<i>EquivalentObjectProperties</i>	0
<i>InverseObjectProperties</i>	13
<i>DisjointObjectProperties</i>	0
<i>FunctionalObjectProperty</i>	0
<i>InverseFunctionalObjectProperty</i>	0
<i>TransitiveObjectProperty</i>	0
<i>SymmetricObjectProperty</i>	0
<i>AsymmetricObjectProperty</i>	0
<i>ReflexiveObjectProperty</i>	0
<i>IrreflexiveObjectProperty</i>	0
<i>ObjectPropertyDomain</i>	26
<i>ObjectPropertyRange</i>	26
<i>SubPropertyChainOf</i>	0

Figura 17: Métricas de las Object properties.

4.2.3. Propiedades de datos en Protégé (Data properties)

Las propiedades de datos en Protégé relacionan instancias de clases con valores de datos. Es decir, conectan instancias de clases con valores literales o datos primitivos como strings, enteros (int) o decimales (decimal), entre otros.

Las propiedades de datos que se han definido en este estudio son los que se muestran en la figura 18.

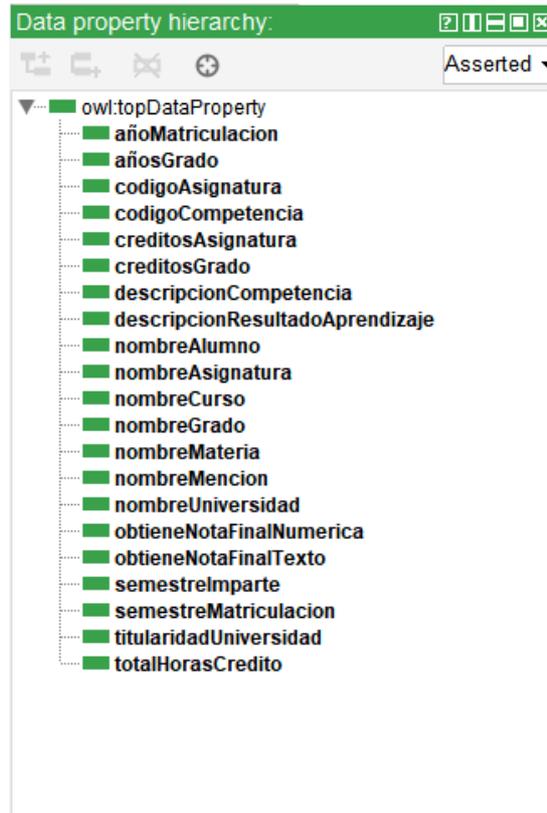


Figura 18: Data properties de la ontología.

Los axiomas de estas propiedades son declaraciones que definen y restringen el comportamiento de las propiedades de datos dentro de la ontología.

Se han definido los `DataPropertyDomain` y `DataPropertyRange` (Tabla 8) y las `FunctionalDataProperty` (Tabla 10) en esta ontología, como queda recogido en la figura 19.

Data property axioms

<code>SubDataPropertyOf</code>	0
<code>EquivalentDataProperties</code>	0
<code>DisjointDataProperties</code>	0
<code>FunctionalDataProperty</code>	19
<code>DataPropertyDomain</code>	21
<code>DataPropertyRange</code>	21

Figura 19: Métricas de las Data properties.

4.2.4. Instancias en Protégé (Individuals)

Los individuos en Protégé (también conocidos como instancias) son las entidades concretas que pertenecen a las clases definidas dentro de una ontología. Son ejemplos específicos de las clases y representan objetos o conceptos reales dentro del dominio que se está

modelando. Una muestra de los individuos que se han definido en este estudio queda representada en la figura 20.

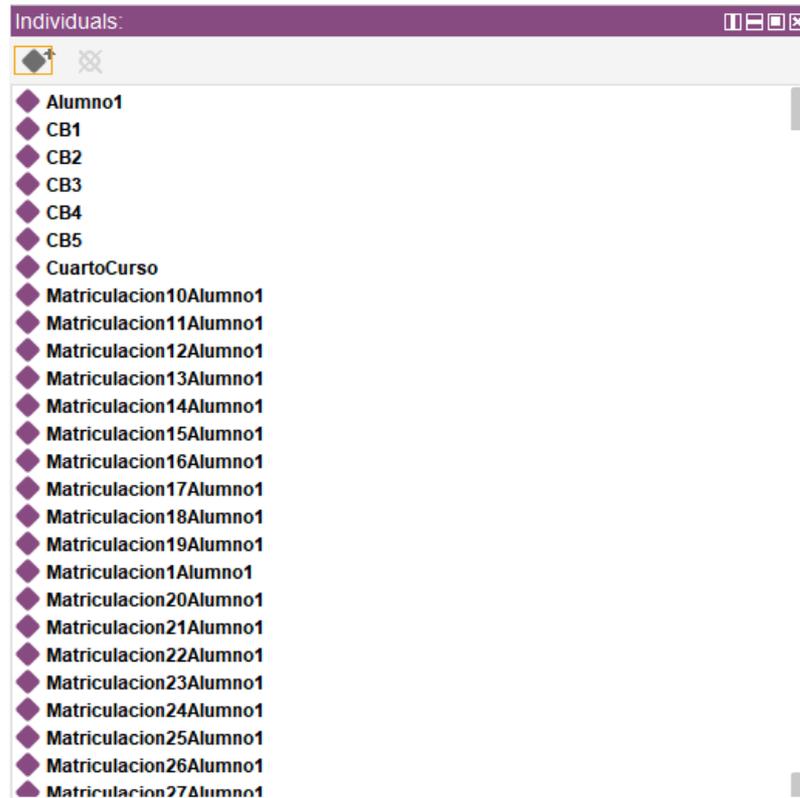


Figura 20: Individuals de la ontología.

Los axiomas de individuos en Protégé incluyen varios tipos que permiten especificar información detallada y precisa sobre las instancias concretas.

En concreto, en nuestro trabajo se disponen de las Class Assertion que asocian un individuo con una o más clases específicas, y los Property Assertion que incluyen tanto los Object Property Assertion como los Data Property Assertion. Los primeros establecen relaciones entre dos individuos y los segundos asignan valores de datos a un individuo. Esta información queda reflejada en la figura 21.

Individual axioms

ClassAssertion	887
ObjectPropertyAssertion	3.560
DataPropertyAssertion	4.228
NegativeObjectPropertyAssertion	0
NegativeDataPropertyAssertion	0
SameIndividual	0
DifferentIndividuals	0

Figura 21: Métricas de los Individuals.

En esta ontología también se han definido una serie de axiomas de anotación que son utilizadas para proporcionar información adicional sobre los elementos de la ontología, como clases, propiedades (tanto de objeto como de datos), e individuos. Estas anotaciones no afectan la semántica lógica de la ontología, sino que sirven para mejorar la comprensibilidad, la documentación y la utilidad de la ontología proporcionando metadatos descriptivos.

En concreto, en esta ontología, se ha utilizado la propiedad de anotación `rdfs:comment`, que ofrece un espacio para comentarios o descripciones extensas que explican cada elemento.

La figura 22, recoge esta información.

Annotation axioms

AnnotationAssertion	957
AnnotationPropertyDomain	0
AnnotationPropertyRangeOf	0

Figura 22: Métricas de las Annotation.

4.3. Consideraciones en la implementación

Durante el proceso de representación de los diferentes planes de estudio, se han encontrado diferencias en cuanto al nivel de detalle y calidad de la información disponible.

Un primer punto para tener en cuenta es que, en algunas guías docentes de las asignaturas, no se detalla los resultados de aprendizaje asociados. Esto se ha observado en las guías docentes del Grado de Ingeniería Informática en la U.O.C. y la U.N.I.R., donde los resultados de aprendizaje no aparecen en ellas. Esta situación ha obligado a recurrir a las memorias de verificación⁸ de ambos grados para obtener dicha información, con el perjuicio de no ser tan precisa, especialmente en aquellas materias compuestas por varias asignaturas, ya que dichas memorias representan las competencias y resultados de aprendizaje a nivel de materia y no de asignatura. Otro aspecto para considerar es la falta de claridad en la definición de las competencias. Las definiciones plasmadas en el Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) no coinciden con lo reflejado en las guías docentes consultadas. Este hecho ocurre en el grado de Ingeniería Informática en la U.O.C. lo que provoca, como en el caso anterior, que se tenga que recurrir a la memoria de verificación del título, presentando los mismos inconvenientes.

Un segundo punto para tener en cuenta es la disparidad en la asignación de las asignaturas optativas a los cursos académicos. En este sentido, los planes de estudio de los grados de Ingeniería Informática en la U.O.C, la U.N.I.R. y U.D.I.M.A., establecen un número

⁸ Documento que define la titulación y que cumple con las exigencias de calidad exigidas por la Comisión Europea.

determinado de créditos a cursar en tercer y cuarto curso, pero no se especifica en las guías docentes, a que curso corresponde cada una de esas asignaturas. Esta situación ha provocado la necesidad de considerar que dichas asignaturas puedan cursarse en ambos cursos.

Si bien la mayoría de los planes de estudio considerados imparten sus asignaturas semestralmente, el grado de Ingeniería Informática en la U.I.1., las imparte trimestralmente, considerando tres asignaturas por trimestre y una asignatura anual, por curso académico.

4.4. Reglas SWRL

Protégé soporta SWRL a través de plugins como el SWRLTab, que permite escribir y gestionar reglas SWRL directamente dentro de la interfaz de usuario.

Como se ha mencionado en el marco teórico, una regla SWRL consta de un antecedente (o cuerpo) y un consecuente (o cabeza). La forma general de una regla es:

antecedente -> consecuente

Donde el antecedente contiene una serie de átomos que deben ser verdaderos para que los átomos en el consecuente se infieran como verdaderos. Por lo tanto, si las condiciones especificadas en el antecedente se cumplen, entonces las afirmaciones en el consecuente se aplican a la base de datos de la ontología.

En este trabajo se han definido una serie de reglas que van a permitir inferir nuevo conocimiento a la ontología.

Un primer conjunto de reglas, permiten inferir una descripción cualitativa a los resultados obtenidos por el alumno que han sido evaluados a través de una escala numérica de 0 a 10. De esta forma se obtiene nuevo conocimiento en la matrícula que conforma cada asignatura en la que se ha matriculado el alumno.

S1: `seMatricula(?e, ?m) ^ formadaPor(?m, ?as) ^ obtieneNotaFinalNumerica(?m, ?nota) ^ swrlb:lessThan(?nota, 5) -> Suspenso(?m)`

S2: `seMatricula(?e, ?m) ^ formadaPor(?m, ?as) ^ obtieneNotaFinalNumerica(?m, ?nota) ^ swrlb:greaterThanOrEqual(?nota, 5) ^ swrlb:lessThan(?nota, 7) -> Aprobado(?m)`

S3: `seMatricula(?e, ?m) ^ formadaPor(?m, ?as) ^ obtieneNotaFinalNumerica(?m, ?nota) ^ swrlb:greaterThanOrEqual(?nota, 7) ^ swrlb:lessThan(?nota, 9) -> Notable(?m)`

S4: `seMatricula(?e, ?m) ^ formadaPor(?m, ?as) ^ obtieneNotaFinalNumerica(?m, ?nota) ^ swrlb:greaterThanOrEqual(?nota, 9) -> Sobresaliente(?m)`

El siguiente grupo de reglas hacen referencia al conjunto de competencias comunes a todas las asignaturas de un grado. Esta circunstancia ocurre en los Grados en Ingeniería Informática tanto en la Universidad Internacional de la Rioja (U.N.I.R.), como en la Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.), en relación con las competencias básicas que desarrollan.

```
S5: Universidad(?universidad) ^ nombreUniversidad(?universidad, "Universidad Internacional de la Rioja (U.N.I.R.)"^^rdf:PlainLiteral) ^ ofreceEl(?universidad, ?grado) ^ estaCompuestoPorLaMateria(?grado, ?materia) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?materia, ?asignatura) ^ Competencia(?competencia) ^ Basica(?competencia) -> desarrollaLaCompetencia(?asignatura, ?competencia)
```

```
S6: Universidad(?universidad) ^ nombreUniversidad(?universidad, "Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.)"^^rdf:PlainLiteral) ^ ofreceEl(?universidad, ?grado) ^ estaCompuestoPorLaMateria(?grado, ?materia) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?materia, ?asignatura) ^ Competencia(?competencia) ^ Basica(?competencia) -> desarrollaLaCompetencia(?asignatura, ?competencia)
```

Con la siguiente regla se pretende obtener conocimiento sobre una propiedad de datos común a todas las asignaturas que forman parte de cualquier materia de un grado. La propiedad de datos 'totalHorasCredito', representa el total de horas de trabajo del estudiante por crédito. A modo de ejemplo se ha utilizado la siguiente regla para inferir este conocimiento al Grado en Ingeniería Informática de la Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.).

```
S7: Universidad(?universidad) ^ nombreUniversidad(?universidad, "Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.)"^^rdf:PlainLiteral) ^ ofreceEl(?universidad, ?grado) ^ estaCompuestoPorLaMateria(?grado, ?materia) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?materia, ?asignatura) -> totalHorasCredito(?asignatura, 25)
```

Otro grupo de reglas infieren conocimiento sobre un conjunto de competencias que son comunes a una determinada materia de un grado. Como ejemplo se han empleado estas reglas en algunas de las materias que ofrece el Grado en Ingeniería Informática de la Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.). La aplicación de esta serie de reglas permite obtener nuevo conocimiento en las asignaturas que forman parte de dicha materia.

```
S8: Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Ingeniería del software"^^rdf:PlainLiteral) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CT2) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CT4) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE1) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE6) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE11) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE12) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE13) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE14)
```

```
S9: Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Bases de Datos"^^rdf:PlainLiteral) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE3) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE5) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE6) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE8) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE13) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE14)
```

S:10 Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Redes y seguridad"^^rdf:PlainLiteral) ^
 estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE3) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE4) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE5) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE7) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE8) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE9) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE10) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE13) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE14)

S11: Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Estructuras de computadores"^^rdf:PlainLiteral) ^
 estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE7) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE8) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE9)

S12: Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Arquitectura de computadores"^^rdf:PlainLiteral) ^
 estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE3) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE6) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE7) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE8) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE9) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE10) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE11) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE14) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CT3) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CT4)

S13: Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Autómatas y compiladores"^^rdf:PlainLiteral) ^
 estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE5) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE6) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE11) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE13) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE14)

S14: Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Representación y explotación del conocimiento"^^rdf:PlainLiteral) ^
 estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE5) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE6) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE13) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE14)

S15: Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Inteligencia artificial"^^rdf:PlainLiteral) ^
 estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE6) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE13) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE14)

S16: Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Sistemas de información"^^rdf:PlainLiteral) ^
 estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE1) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE2) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE3) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE4) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CT1) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CT2) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CT3) ^
 desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CT4)

S17:	Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Gestión de proyectos"^^rdf:PlainLiteral) ^
estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) ->	desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CG1) ^
desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CT1) ^	desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CT3) ^
desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CT4) ^	desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE1) ^
desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE2) ^	desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE3) ^
desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CE4)	

En la figura 23 se muestra el conjunto de reglas SWRL utilizadas en este proyecto.

Name	Rule	Comment
<input checked="" type="checkbox"/> S1	seMaticula(?e, ?m) ^ formadaPor(?m, ?as) ^ obtieneNotaFinalNumerica(?m, ?nota) ^ swrlb:lessThan(?nota, 5) -> Suspensio(?m)	
<input checked="" type="checkbox"/> S10	Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Redes y seguridad"^^rdf:PlainLiteral) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C3) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C4) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CES...	
<input checked="" type="checkbox"/> S11	Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Estructuras de computadores"^^rdf:PlainLiteral) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C7) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C8) ^ desarrollaLaCompetencia(?a...	
<input checked="" type="checkbox"/> S12	Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Arquitectura de computadores"^^rdf:PlainLiteral) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C3) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C6) ^ desarrollaLaCompetencia(?...	
<input checked="" type="checkbox"/> S13	Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Automatas y compiladores"^^rdf:PlainLiteral) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C5) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C6) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, U...	
<input checked="" type="checkbox"/> S14	Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Representación y explotación del conocimiento"^^rdf:PlainLiteral) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C5) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C6) ^ desarrollaLa...	
<input checked="" type="checkbox"/> S15	Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Inteligencia artificial"^^rdf:PlainLiteral) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C6) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C13) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C...	
<input checked="" type="checkbox"/> S16	Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Sistemas de información"^^rdf:PlainLiteral) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C1) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C2) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UO...	
<input checked="" type="checkbox"/> S17	Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Gestión de proyectos"^^rdf:PlainLiteral) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CG1) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CT1) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C...	
<input checked="" type="checkbox"/> S2	seMaticula(?e, ?m) ^ formadaPor(?m, ?as) ^ obtieneNotaFinalNumerica(?m, ?nota) ^ swrlb:greaterThanOrEqual(?nota, 5) ^ swrlb:lessThan(?nota, 7) -> Aprobado(?m)	
<input checked="" type="checkbox"/> S3	seMaticula(?e, ?m) ^ formadaPor(?m, ?as) ^ obtieneNotaFinalNumerica(?m, ?nota) ^ swrlb:greaterThanOrEqual(?nota, 7) ^ swrlb:lessThan(?nota, 9) -> Notable(?m)	
<input checked="" type="checkbox"/> S4	seMaticula(?e, ?m) ^ formadaPor(?m, ?as) ^ obtieneNotaFinalNumerica(?m, ?nota) ^ swrlb:greaterThanOrEqual(?nota, 9) -> Sobresaliente(?m)	
<input checked="" type="checkbox"/> S5	Universidad(Universidad) ^ nombreUniversidad(Universidad, "Universidad Internacional de la Rioja (U.N.R.)"^^rdf:PlainLiteral) ^ ofreceEl(Universidad, ?grado) ^ estaCompuestoPorLaMateria(?grado, ?materia) ^ estaFormadaPorLaAsignatu...	
<input checked="" type="checkbox"/> S6	Universidad(Universidad) ^ nombreUniversidad(Universidad, "Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.)"^^rdf:PlainLiteral) ^ ofreceEl(Universidad, ?grado) ^ estaCompuestoPorLaMateria(?grado, ?materia) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?m...	
<input checked="" type="checkbox"/> S7	Universidad(Universidad) ^ nombreUniversidad(Universidad, "Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.)"^^rdf:PlainLiteral) ^ ofreceEl(Universidad, ?grado) ^ estaCompuestoPorLaMateria(?grado, ?materia) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?m...	
<input checked="" type="checkbox"/> S8	Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Ingeniería del software"^^rdf:PlainLiteral) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CT2) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_CT4) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C...	
<input checked="" type="checkbox"/> S9	Materia(?m) ^ nombreMateria(?m, "Bases de Datos"^^rdf:PlainLiteral) ^ estaFormadaPorLaAsignatura(?m, ?a) -> desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C3) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C5) ^ desarrollaLaCompetencia(?a, UOC_C6) ^ ...	

Figura 23: Conjunto de reglas SWRL.

5. Demostración del funcionamiento de la ontología

Para demostrar el funcionamiento de la ontología desarrollada, se llevan a cabo varias consultas SPARQL.

Estas consultas, permiten, por un lado, validar la estructura de la ontología, verificando que la estructura de la ontología, incluyendo clases, propiedades y relaciones, cumpla con los requisitos del dominio modelado. Esto incluye asegurar que las relaciones y jerarquías sean coherentes y lógicamente consistentes. A su vez, las consultas nos permiten examinar la integridad de los datos poblados en la ontología, asegurando que no haya inconsistencias o errores en los datos de entrada.

Por otro lado, permite demostrar la capacidad inferencial del modelo. A través de las consultas SPARQL, se ilustra cómo se puede inferir nueva información que no está explícitamente almacenada en la ontología, aprovechando las capacidades de razonamiento de los motores de inferencia compatibles con SPARQL.

5.1. Consultas SPARQL

El plugin Snap-SPARQL para Protégé permite ejecutar consultas SPARQL directamente dentro del entorno de la aplicación, lo cual es muy útil para explorar y trabajar con ontologías de manera interactiva.

En este trabajo se han elaborado dos conjuntos de consultas. Un primer grupo formado por una serie de consultas que pretenden verificar el cumplimiento de los requisitos normativos expuestos en los reales decretos RD 822/2021⁹ y RD 1125/2003¹⁰, y un segundo grupo que procura comprobar la adecuación de estas consultas a los diferentes planes de estudio universitarios.

Dentro del primer grupo, esta primera consulta, permite calcular el total de créditos de las asignaturas básicas para cada grado ofrecido por las universidades objeto de estudio.

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandrealbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Espanolas#>
SELECT ?universidad ?nombreGrado (SUM(xsd:integer(?creditos)) AS ?totalCreditosAsignaturasBasicas)
WHERE {
```

```

?universidad a :Universidad .
?universidad :ofreceEl ?grado .
?grado :nombreGrado ?nombreGrado .
?grado :estaCompuestoPorLaMateria ?materia .
?materia :estaFormadaPorLaAsignatura ?asignatura .
?asignatura a :AsignaturaBasica .
?asignatura :creditosAsignatura ?creditos .
}
GROUP BY ?universidad ?nombreGrado

```

?universidad	?nombreGrado	?totalCreditosAsignaturasBasicas
:U.D.I.M.A.	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	60
:V.I.U.	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	60
:U.O.C.	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	60
:U.I.I.	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	60
:U.N.E.D.	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	60
:U.N.I.R.	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	60

6 results

Figura 24: Asignaturas básicas por universidad.

La siguiente consulta calcula el total de créditos de cada mención ofrecida por las universidades, considerando tanto las menciones que están compuestas por materias (que a su vez están formadas por asignaturas), como aquellas menciones que están directamente formadas por asignaturas.

```

PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandroalbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Españolas#>
SELECT ?nombreUniversidad ?nombreMencion (SUM(xsd:integer(?creditos)) AS ?totalCreditos)
WHERE {
  ?universidad rdf:type :Universidad ;
    :nombreUniversidad ?nombreUniversidad .
  {
    ?mencion rdf:type :Mencion ;
      :nombreMencion ?nombreMencion ;
      :esOfrecidaPor ?universidad .
    ?mencion :incluyeLaMateria ?materia .
    ?materia :estaFormadaPorLaAsignatura ?asignatura .
    ?asignatura :creditosAsignatura ?creditos .
  }
  UNION
  {

```

```

?mencion rdf:type :Mencion ;
      :nombreMencion ?nombreMencion ;
      :esOfrecidaPor ?universidad .

?mencion :estaFormadaPorLasAsignaturas ?asignaturaDirecta .
?asignaturaDirecta :creditosAsignatura ?creditos .
}
}
GROUP BY ?nombreUniversidad ?nombreMencion
ORDER BY ?nombreUniversidad

```

?nombreUniversidad	?nombreMencion	?totalCreditos
Universidad Internacional Isabel I de Castilla (U.I.1.)^^xsd:string	Mención en Diseño y creación de videojuegos^^xsd:string	54
Universidad Internacional Isabel I de Castilla (U.I.1.)^^xsd:string	Mención en Criptología y Seguridad de la Información^^xsd:string	54
Universidad Internacional Isabel I de Castilla (U.I.1.)^^xsd:string	Mención en Gestión y desarrollo de proyectos Web^^xsd:string	54
Universidad Internacional de Valencia (V.I.U.)^^xsd:string	Mención en Tecnologías de la Información^^xsd:string	48
Universidad Internacional de Valencia (V.I.U.)^^xsd:string	Mención en Computación^^xsd:string	48
Universidad Internacional de Valencia (V.I.U.)^^xsd:string	Mención en Sistemas de Información^^xsd:string	48
Universidad Internacional de Valencia (V.I.U.)^^xsd:string	Mención en Ingeniería de Computadores^^xsd:string	48
Universidad Internacional de Valencia (V.I.U.)^^xsd:string	Mención en Ingeniería del Software^^xsd:string	48
Universidad Internacional de la Rioja (U.N.I.R.)^^xsd:string	Mención en Ingeniería del Software^^xsd:string	48
Universidad Internacional de la Rioja (U.N.I.R.)^^xsd:string	Mención en Computación^^xsd:string	48
Universidad a Distancia de Madrid (U.D.I.M.A.)^^xsd:string	Mención en Software^^xsd:string	48
Universidad a Distancia de Madrid (U.D.I.M.A.)^^xsd:string	Mención en Aplicaciones Empresariales^^xsd:string	48
Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.)^^xsd:string	Mención en Computación^^xsd:string	48
Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.)^^xsd:string	Mención en Sistemas de información^^xsd:string	48
Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.)^^xsd:string	Mención en Tecnologías de la Información^^xsd:string	48
Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.)^^xsd:string	Mención en Ingeniería de Computadores^^xsd:string	48
Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.)^^xsd:string	Mención en Ingeniería del Software^^xsd:string	48

17 results

Figura 25: Menciones y créditos por mención por universidad.

La siguiente consulta extrae información relevante sobre los grados ofrecidos por las universidades, detallando el nombre de cada universidad, el nombre del grado, los créditos totales que el grado requiere, 'creditosGrado', y la suma de los créditos de todas las asignaturas que componen el grado.

```

PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandrealbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Españolas#>
SELECT ?nombreUniversidad ?nombreGrado ?creditosGrado (SUM(xsd:integer(?creditos)) AS
?totalCreditosAsignaturas)
WHERE {
  ?universidad rdf:type :Universidad ;
      :nombreUniversidad ?nombreUniversidad .
  ?universidad :ofreceEl ?grado .
  ?grado :nombreGrado ?nombreGrado ;

```

```

:creditosGrado ?creditosGrado ;
:estaCompuestoPorLaMateria ?materia .
?materia :estaFormadaPorLaAsignatura ?asignatura .
?asignatura :creditosAsignatura ?creditos .
}
GROUP BY ?nombreUniversidad ?nombreGrado ?creditosGrado

```

?nombreUniversidad	?nombreGrado	?creditosGrado	?totalCreditosAsignaturas
Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	240	342
Universidad Internacional de la Rioja (U.N.I.R.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	240	270
Universidad Nacional de Educación a Distancia (U.N.E.D.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	240	270
Universidad Internacional Isabel I de Castilla (U.I.I.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	240	312
Universidad a Distancia de Madrid (U.D.I.M.A.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	240	306
Universidad Internacional de Valencia (V.I.U.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	240	474

6 results

Figura 26: Créditos totales que el grado requiere y la suma de los créditos de todas las asignaturas que componen el grado

Esta consulta proporciona información específica sobre la asignatura "Trabajo Fin de Grado" que ofrece las distintas universidades objeto de este trabajo, incluyendo los detalles sobre el nombre de la universidad, el nombre del grado, los créditos de la asignatura, y el tipo de asignatura.

```

PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandroalbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Espanolas#>
SELECT DISTINCT ?nombreUniversidad ?nombreGrado ?creditosAsignatura ?tipoAsignatura
WHERE {
?universidad rdf:type :Universidad ;
:nombreUniversidad ?nombreUniversidad .
?grado :estaOfrecidaPorLa ?universidad ;
:nombreGrado ?nombreGrado .
?grado :estaCompuestoPorLaMateria ?materia .
?materia :estaFormadaPorLaAsignatura ?asignatura .
?asignatura rdf:type ?tipoClase ;
:nombreAsignatura "Trabajo Fin de Grado" ;
:creditosAsignatura ?creditosAsignatura .
FILTER (?tipoClase = :AsignaturaObligatoria || ?tipoClase = :AsignaturaOptativa)
BIND (IF(?tipoClase = :AsignaturaObligatoria, "Obligatoria", "Optativa") AS ?tipoAsignatura)
}

```

?nombreUniversidad	?nombreGrado	?creditosAsignatura	?tipoAsignatura
Universidad Internacional Isabel I de Castilla (U.I.I.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	12	Obligatoria^^xsd:string
Universidad Nacional de Educación a Distancia (U.N.E.D.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	18	Obligatoria^^xsd:string
Universidad a Distancia de Madrid (U.D.I.M.A.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	12	Obligatoria^^xsd:string
Universidad Internacional de la Rioja (U.N.I.R.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	12	Obligatoria^^xsd:string
Universidad Internacional de Valencia (V.I.U.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	12	Obligatoria^^xsd:string
Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	12	Obligatoria^^xsd:string

6 results

Figura 27: Créditos y tipo de asignatura de la asignatura "Trabajo fin de grado" en las distintas universidades.

Esta consulta recopila información sobre la asignatura "Prácticas en empresa" que ofrece algunas de las universidades estudiadas. La consulta recupera el nombre de la universidad, el grado en el que se ofrece la asignatura, los créditos asignados a la asignatura y el tipo de asignatura.

```

PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandroalbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Españolas#>
SELECT DISTINCT ?nombreUniversidad ?nombreGrado ?creditosAsignatura ?tipoAsignatura
WHERE {
  ?universidad rdf:type :Universidad ;
    :nombreUniversidad ?nombreUniversidad .
  ?grado :estaOfrecidaPorLa ?universidad ;
    :nombreGrado ?nombreGrado .
  ?grado :estaCompuestoPorLaMateria ?materia .
  ?materia :estaFormadaPorLaAsignatura ?asignatura .
  ?asignatura rdf:type ?tipoClase ;
    :nombreAsignatura "Prácticas en empresa" ;
    :creditosAsignatura ?creditosAsignatura .
  FILTER (?tipoClase = :AsignaturaObligatoria || ?tipoClase = :AsignaturaOptativa)
  BIND (IF(?tipoClase = :AsignaturaObligatoria, "Obligatoria", "Optativa") AS ?tipoAsignatura)
}

```

?nombreUniversidad	?nombreGrado	?creditosAsignatura	?tipoAsignatura
Universidad Internacional Isabel I de Castilla (U.I.I.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	6	Obligatoria^^xsd:string
Universidad a Distancia de Madrid (U.D.I.M.A.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	12	Optativa^^xsd:string
Universidad Internacional de la Rioja (U.N.I.R.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	12	Optativa^^xsd:string
Universidad Internacional de Valencia (V.I.U.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	6	Optativa^^xsd:string
Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.)^^xsd:string	Grado en Ingeniería Informática^^xsd:string	12	Optativa^^xsd:string

5 results

Figura 28: Créditos y tipo de asignatura de la asignatura "Prácticas en empresa" en las distintas universidades.

Esta consulta permite calcular el total de horas de estudio necesarias en la asignatura "Trabajo Fin de Grado" del Grado en Ingeniería Informática ofrecido por la Universitat Oberta

de Catalunya (U.O.C.). La consulta realiza el cálculo multiplicando los créditos asignados a la asignatura por el número de horas de estudio por crédito. Esta consulta utiliza la regla SWRL (S7) que infiere la propiedad de datos 'totalHorasCredito', a todas las asignaturas del Grado en Ingeniería Informática de la Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.).

```

PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandroalbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Espa#>
SELECT ?creditosAsignatura ?totalHorasCredito (xsd:integer(?creditosAsignatura) *
xsd:integer(?totalHorasCredito) AS ?totalHorasEstudio)
WHERE {
  ?universidad rdf:type :Universidad ;
    :nombreUniversidad "Universitat Oberta de Catalunya (U.O.C.)" .
  ?grado :estaOfrecidaPorLa ?universidad ;
    :nombreGrado "Grado en Ingeniería Informática" ;
    :estaCompuestoPorLaMateria ?materia .
  ?materia :estaFormadaPorLaAsignatura ?asignatura .
  ?asignatura rdf:type :Asignatura ;
    :nombreAsignatura "Trabajo Fin de Grado" ;
    :creditosAsignatura ?creditosAsignatura ;
    :totalHorasCredito ?totalHorasCredito .
}

```

?creditosAsignatura	?totalHorasCredito	?totalHorasEstudio
12	25	300

1 results

Figura 29: Créditos, horas totales por crédito y total horas de estudio en la asignatura "Trabajo fin de grado" en la UOC

Esta consulta permite obtener información sobre las asignaturas en las que un estudiante específico, identificado como 'Alumno1', ha obtenido una determinada nota final, y en particular aquellas asignaturas que se han clasificado como 'Notable', en el Grado en Ingeniería Informática ofrecido por la U.O.C. Esta consulta utiliza la regla SWRL (S3), que permite inferir una descripción cualitativa a los resultados obtenidos por el alumno, obteniendo nuevo conocimiento en la matrícula que conforma cada asignatura en la que se ha matriculado.

```

PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>

```

```

PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandroalbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Espa#>
SELECT ?nombreAsignatura ?nota
WHERE {
  ?estudiante :seMatricula ?matricula .
  ?matricula :formadaPor ?asignatura .
  ?matricula :obtieneNotaFinalNumerica ?nota .
  ?asignatura :nombreAsignatura ?nombreAsignatura .
  ?matricula rdf:type :Notable .
  FILTER (?estudiante = :Alumno1)
}
ORDER BY DESC(?nota)

```

?nombreAsignatura	?nota
Fundamentos físicos de la informática^^xsd:string	8.8
Arquitectura de computadores^^xsd:string	8.7
Grafos y complejidad^^xsd:string	8.5
Ingeniería del software^^xsd:string	8.5
Minería de datos^^xsd:string	8.5
Autómatas y gramáticas^^xsd:string	8.4
Diseño de bases de datos^^xsd:string	8.4
Representación del conocimiento^^xsd:string	8.2
Prácticas de programación^^xsd:string	7.9
Estructura de computadores^^xsd:string	7.6
Arquitecturas de computadores avanzadas^^xsd:string	7.3
Competencia comunicativa para profesionales de las TIC^^xsd:string	7.2
Fundamentos de programación^^xsd:string	7.0

13 results

Figura 30: Asignaturas y notas obtenidas por el alumno, clasificadas como 'Notable'.

Esta consulta permite calcular el total de créditos superados por un estudiante basado en las notas obtenidas en las asignaturas en las que se ha matriculado y en los reconocimientos conseguidos. Las asignaturas designadas con el texto 'Reconocido', hacen referencia a asignaturas convalidadas.

```

PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandroalbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Espa#>
SELECT ?estudiante (SUM(?creditosOtorgados) AS ?totalCreditos)
WHERE {
  ?estudiante :seMatricula ?matricula .
  ?matricula :formadaPor ?asignatura .
  ?asignatura :creditosAsignatura ?creditos .
}

```

```

OPTIONAL { ?matricula :obtieneNotaFinalNumerica ?notaNumérica }
OPTIONAL { ?matricula :obtieneNotaFinalTexto ?notaTexto }
BIND(
  IF(
    ?notaTexto = "Reconocido" || xsd:float(?notaNumérica) > 4.9,
    xsd:integer(?creditos),
    0
  ) AS ?creditosOtorgados
)
}
GROUP BY ?estudiante

```

?estudiante	?totalCreditos
:Alumno1	240

1 results

Figura 31: Créditos obtenidos por el alumno al finalizar sus estudios de grado en la UOC.

Esta consulta permite obtener la nota media obtenida en las asignaturas en las que se ha matriculado el estudiante. Las asignaturas convalidadas no se tienen en cuenta a la hora de calcular la nota media.

```

PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandroalbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Espanolas#>
SELECT ?estudiante (AVG(?nota) AS ?notaMedia)
WHERE {
  ?estudiante :seMatricula ?matriculacion .
  ?matriculacion :formadaPor ?asignatura .
  ?matriculacion :obtieneNotaFinalNumerica ?nota .
  ?asignatura :formaParteDeLaMateria ?materia .
  ?materia :formaParteDel :UOC_Grado_en_Ingeniería_Informática .

  FILTER (?estudiante = :Alumno1)
}
GROUP BY ?estudiante

```

?estudiante	?notaMedia
:Alumno1	8.015151515151516

1 results

Figura 32: Nota media de las asignaturas matriculadas por el alumno en la UOC.

Esta consulta muestra el año y semestre en que el 'Alumno1' se ha matriculado de las asignaturas convalidadas.

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandrealbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Espanolas#>
SELECT ?nombreAsignatura ?añoMatriculacion ?semestreMatriculacion
WHERE {
  ?estudiante :seMatricula ?matriculacion .
  ?matriculacion :formadaPor ?asignatura .
  ?matriculacion :obtieneNotaFinalTexto ?notaTexto .
  ?matriculacion :añoMatriculacion ?añoMatriculacion .
  ?matriculacion :semestreMatriculacion ?semestreMatriculacion .
  ?asignatura :nombreAsignatura ?nombreAsignatura .
  FILTER (?estudiante = :Alumno1 && ?notaTexto = "Reconocido")
}
ORDER BY ?nombreAsignatura ?añoMatriculacion ?semestreMatriculacion
```

?nombreAsignatura	?añoMatriculacion	?semestreMatriculacion
Administración y gestión de organizaciones^^xsd:string	2018/19^^xsd:string	Semestre2^^xsd:string
Estadística^^xsd:string	2018/19^^xsd:string	Semestre2^^xsd:string
Idioma moderno I: Inglés^^xsd:string	2018/19^^xsd:string	Semestre2^^xsd:string
Idioma moderno II: Inglés^^xsd:string	2018/19^^xsd:string	Semestre2^^xsd:string
Lógica^^xsd:string	2018/19^^xsd:string	Semestre2^^xsd:string
Trabajo en equipo en la Red^^xsd:string	2018/19^^xsd:string	Semestre2^^xsd:string
Álgebra^^xsd:string	2018/19^^xsd:string	Semestre2^^xsd:string

7 results

Figura 33: Asignaturas reconocidas del Alumno1.

Esta consulta muestra el número de créditos convalidados por el 'Alumno1'. Se muestra su nombre y el número de créditos convalidados.

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandrealbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Espanolas#>
SELECT ?nombreAlumno (SUM(?creditos) AS ?totalCreditos)
WHERE {
  ?matriculacion :formadaPor ?asignatura .
  ?matriculacion :obtieneNotaFinalTexto "Reconocido" .
  ?matriculacion :realizadaPor ?estudiante .
  ?asignatura :creditosAsignatura ?creditos .
}
```

```

?estudiante :nombreAlumno ?nombreAlumno .
}
GROUP BY ?nombreAlumno
ORDER BY ?nombreAlumno

```

?nombreAlumno	?totalCreditos
Alejandro Albaladejo Beltrán^^xsd:string	48

1 results

Figura 34: Total créditos reconocidos por el Alumno1.

Esta consulta calcula cuántas convocatorias se han utilizado para cada asignatura según criterios específicos: Las asignaturas con el texto 'No presentado' y las asignaturas convalidadas no "consumen" convocatoria.

```

PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandroalbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Espanolas#>
SELECT ?nombreAsignatura (SUM(?value) AS ?vecesCursada)
WHERE {
  ?estudiante :seMatricula ?matriculacion .
  ?matriculacion :formadaPor ?asignatura .
  ?asignatura :nombreAsignatura ?nombreAsignatura .
  FILTER (?estudiante = :Alumno1)
  OPTIONAL {
    ?matriculacion :obtieneNotaFinalNumerica ?notaNumerica .
    BIND(IF(BOUND(?notaNumerica), 1, 0) AS ?value)
  }
  OPTIONAL {
    ?matriculacion :obtieneNotaFinalTexto ?notaTexto .
    BIND(IF(?notaTexto = "Reconocido", 0, IF(?notaTexto = "No presentado", 0, 0)) AS ?value)
  }
}
GROUP BY ?nombreAsignatura
ORDER BY ?nombreAsignatura

```

?nombreAsignatura	?vecesCursada
Administración de redes y sistemas operativos^^xsd:string	1
Administración y gestión de organizaciones^^xsd:string	0
Análisis y diseño con patrones^^xsd:string	1
Aprendizaje computacional^^xsd:string	1
Arquitectura de computadores^^xsd:string	1
Arquitecturas de computadores avanzadas^^xsd:string	1
Autómatas y gramáticas^^xsd:string	1
Competencia comunicativa para profesionales de las TIC^^xsd:string	1
Compiladores^^xsd:string	1
Diseño de bases de datos^^xsd:string	1
Diseño de estructuras de datos^^xsd:string	1
Diseño de sistemas operativos^^xsd:string	1
Diseño y programación orientada a objetos^^xsd:string	1
Estadística^^xsd:string	0
Estructura de computadores^^xsd:string	1
Fundamentos de computadores^^xsd:string	1
Fundamentos de programación^^xsd:string	1
Fundamentos físicos de la informática^^xsd:string	1
Gestión de proyectos^^xsd:string	1
Grafos y complejidad^^xsd:string	1
Idioma moderno I: Inglés^^xsd:string	0
Idioma moderno II: Inglés^^xsd:string	0
Ingeniería de requisitos^^xsd:string	1
Ingeniería del software^^xsd:string	1
Inteligencia artificial^^xsd:string	1
Interacción persona ordenador^^xsd:string	1
Lógica^^xsd:string	0
Minería de datos^^xsd:string	1
Prácticas de programación^^xsd:string	1
Redes y aplicaciones Internet^^xsd:string	1
Representación del conocimiento^^xsd:string	1
Seguridad en redes de computadores^^xsd:string	1
Sistemas distribuidos^^xsd:string	1
Sistemas empotrados^^xsd:string	0
Sistemas operativos^^xsd:string	1
Trabajo Fin de Grado^^xsd:string	1
Trabajo en equipo en la Red^^xsd:string	0
Uso de bases de datos^^xsd:string	2
Uso de sistemas de información en las organizaciones^^xsd:string	1
Álgebra^^xsd:string	0
40 results	

Figura 35: Convocatorias utilizadas por Alumno1.

El segundo grupo de consultas que se muestran a continuación, hacen referencia al cumplimiento de diversos aspectos de los planes de estudio en las universidades estudiadas en este trabajo. Para ello compararemos el resultado obtenido en la consulta con lo que establece el plan de estudios de grado, en las distintas universidades que se han considerado.

Esta primera consulta permite obtener los nombres de las asignaturas que son impartidas en el primer curso del Grado en Ingeniería Informática en la UNED. Específicamente, la consulta

recoge el código de cada asignatura, su nombre, el semestre en que se imparte, y el tipo de asignatura.

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandroalbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Espa#>
SELECT DISTINCT ?codigoAsignatura ?nombreAsignatura ?semestre ?tipoAsignatura
WHERE {
  ?asignatura rdf:type :Asignatura ;
    :nombreAsignatura ?nombreAsignatura ;
    :esImpartidaEl :PrimerCurso ;
    :formaParteDeLaMateria ?Materia ;
    :semestreImparte ?semestre ;
    :codigoAsignatura ?codigoAsignatura .
  ?Materia :formaParteDel :UNED_Grado_en_Ingeniería_Informática .
  ?asignatura rdf:type ?tipoClase .
  FILTER (?tipoClase = :AsignaturaObligatoria || ?tipoClase = :AsignaturaBasica)
  BIND (IF(?tipoClase = :AsignaturaObligatoria, "Obligatoria", "Basica") AS ?tipoAsignatura)
}
ORDER BY ?semestre
```

?codigoAsignatura	?nombreAsignatura	?semestre	?tipoAsignatura
71901020^^xsd:string	Fundamentos de Programación^^xsd:string	Semestre1^^xsd:string	Basica^^xsd:string
7101102-^^xsd:string	Fundamentos Matemáticos de la Informática^^xsd:string	Semestre1^^xsd:string	Basica^^xsd:string
71901014^^xsd:string	Fundamentos de Sistemas Digitales^^xsd:string	Semestre1^^xsd:string	Basica^^xsd:string
71901037^^xsd:string	Lógica y Estructuras Discretas^^xsd:string	Semestre1^^xsd:string	Basica^^xsd:string
71011013^^xsd:string	Fundamentos Físicos de la Informática^^xsd:string	Semestre1^^xsd:string	Basica^^xsd:string
71901043^^xsd:string	Estrategias de Programación y Estructura de Datos^^xsd:string	Semestre2^^xsd:string	Basica^^xsd:string
71901072^^xsd:string	Programación Orientada a Objetos^^xsd:string	Semestre2^^xsd:string	Basica^^xsd:string
7190105-^^xsd:string	Estadística^^xsd:string	Semestre2^^xsd:string	Basica^^xsd:string
71901089^^xsd:string	Autómatas, Gramáticas y Lenguajes^^xsd:string	Semestre2^^xsd:string	Obligatoria^^xsd:string
71901066^^xsd:string	Ingeniería de Computadores I^^xsd:string	Semestre2^^xsd:string	Basica^^xsd:string

10 results

Figura 36: Tipo de asignatura, nombre y semestre en el que se imparte esas asignaturas en el primer curso en la universidad UNED.

Esta consulta extrae el código, nombre, créditos y semestre en el que se imparten las asignaturas incluidas dentro de la mención “Mención en Aplicaciones Empresariales” del Grado en Ingeniería Informática, ofrecido por la Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA).

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
```

PREFIX :

<http://www.semanticweb.org/alejandroalbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Espanolas#>

SELECT ?codigoAsignatura ?nombreAsignatura ?creditosAsignatura ?semestreImpartido

WHERE {

?mencion a :Mencion .

?mencion :nombreMencion "Mención en Aplicaciones Empresariales" .

?mencion :incluyeLaMateria ?materia .

?materia :estaFormadaPorLaAsignatura ?asignatura .

?asignatura :nombreAsignatura ?nombreAsignatura .

?asignatura :creditosAsignatura ?creditosAsignatura .

?asignatura :codigoAsignatura ?codigoAsignatura .

?asignatura :semestreImparte ?semestreImpartido .

?materia :formaParteDel :UDIMA_Grado_en_Ingeniería_Informática .

}

order by ?semestreImpartido

?codigoAsignatura	?nombreAsignatura	?creditosAsignatura	?semestreImpartido
1523^^xsd:string	Investigación Operativa^^xsd:string	6	Semestre1^^xsd:string
1782^^xsd:string	Bases de Datos II^^xsd:string	6	Semestre1^^xsd:string
1781^^xsd:string	Aplicaciones Empresariales^^xsd:string	6	Semestre1^^xsd:string
1396^^xsd:string	Modelos y tecnologías de sistemas de información^^xsd:string	6	Semestre1^^xsd:string
1779^^xsd:string	Minería de Datos^^xsd:string	6	Semestre1^^xsd:string
1780^^xsd:string	Business Intelligence^^xsd:string	6	Semestre2^^xsd:string
1783^^xsd:string	Planificación Estratégica de las TIC^^xsd:string	6	Semestre2^^xsd:string
1420^^xsd:string	Sistemas de Apoyo a la Decisión^^xsd:string	6	Semestre2^^xsd:string

8 results

Figura 37: Asignaturas mención "Mención en Aplicaciones Empresariales" en la universidad UDIMA.

La siguiente consulta calcula el total de créditos para cada materia que forma parte del Grado en Ingeniería Informática en la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR). La consulta recupera el nombre de cada materia y suma los créditos de todas las asignaturas asociadas a esa materia.

PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>

PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

PREFIX :

<http://www.semanticweb.org/alejandroalbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Espanolas#>

SELECT ?nombreMateria (SUM(xsd:integer(?creditos)) AS ?CreditosTotales)

WHERE {

?materia :formaParteDel :UNIR_Grado_en_Ingeniería_Informática .

?materia :nombreMateria ?nombreMateria .

?asignatura :formaParteDeLaMateria ?materia ;

:creditosAsignatura ?creditos .

```

}
GROUP BY ?nombreMateria

```

?nombreMateria	?CreditosTotales
Programación y Algoritmia II^^xsd:string	6
Inteligencia Artificial y Sistemas Inteligentes I^^xsd:string	6
Trabajo Fin de Grado^^xsd:string	12
Aspectos Profesionales^^xsd:string	3
Fundamentos Matemáticos de la Informática^^xsd:string	24
Redes^^xsd:string	6
Estructura de la Información II^^xsd:string	6
Optatividad^^xsd:string	18
Sistemas de Información^^xsd:string	6
Estructura de la Información I^^xsd:string	12
Prácticas en Empresa^^xsd:string	12
Sistemas Operativos II^^xsd:string	6
Sistemas Operativos I^^xsd:string	6
Computación^^xsd:string	24
Ingeniería de Computadores II^^xsd:string	6
Ingeniería de Computadores I^^xsd:string	6
Gestión y Organización de Empresas I^^xsd:string	6
Fundamentos Físicos de la Informática^^xsd:string	6
Inteligencia Artificial y Sistemas Inteligentes II^^xsd:string	18
Programación y Algoritmia I^^xsd:string	12
Gestión de las TIC^^xsd:string	6
Ingeniería del Software I^^xsd:string	24
Programación y Algoritmia IV^^xsd:string	6
Seguridad en los Sistemas de Información^^xsd:string	6
Gestión y Organización de Empresas II^^xsd:string	3
Ingeniería del Software II^^xsd:string	18
Programación y Algoritmia III^^xsd:string	6

27 results

Figura 38: Materias y créditos totales que forman el Grado de Ingeniería Informática en la universidad UNIR.

La siguiente consulta proporciona información sobre las competencias asociadas con la asignatura "Trabajo Fin de Grado" del Grado en Ingeniería Informática ofrecido por la Universidad Internacional Isabel I de Castilla (U.I.1.). La consulta se enfoca en extraer el código y la descripción de cada competencia vinculada a esta asignatura particular y ordena los resultados por el código de competencia.

```

PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandroalbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Españolas#>
SELECT ?codigoCompetencia ?descripcionCompetencia
WHERE {
  ?grado rdf:type :Grado ;
         :nombreGrado "Grado en Ingeniería Informática" ;

```

```

:estaOfrecidaPorLa ?universidad .
?universidad :nombreUniversidad "Universidad Internacional Isabel I de Castilla (U.I.1.)" .
?materia :formaParteDel ?grado .
?asignatura :formaParteDeLaMateria ?materia ;
           :nombreAsignatura "Trabajo Fin de Grado" .
?asignatura :desarrollaLaCompetencia ?competencia .
?competencia :codigoCompetencia ?codigoCompetencia ;
           :descripcionCompetencia ?descripcionCompetencia .
}
ORDER BY ?codigoCompetencia

```

?codigoCompetencia	?descripcionCompetencia
CB3^^xsd:string	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.^^xsd:string
CB4^^xsd:string	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.^^xsd:string
CT-01^^xsd:string	Capacidad de análisis y síntesis: encontrar, analizar, criticar (razonamiento crítico), relacionar, estructurar y sintetizar información proveniente de diversas fuentes, así como integrar ideas y conocimientos.^^xsd:string
CT-02^^xsd:string	Capacidad de organización y planificación así como capacidad de gestión de la Información.^^xsd:string
CT-03^^xsd:string	Capacidad de comunicación oral y escrita en el ámbito académico y profesional, con especial énfasis en la redacción de documentación técnica.^^xsd:string
CT-04^^xsd:string	Capacidad para la resolución de problemas.^^xsd:string
CT-05^^xsd:string	Capacidad para el uso y aplicación de las TIC en el ámbito académico y profesional.^^xsd:string
CT-07^^xsd:string	Capacidad para el aprendizaje autónomo así como iniciativa y espíritu emprendedor.^^xsd:string
CT-09^^xsd:string	Capacidad para innovar y generar nuevas ideas.^^xsd:string
CU15^^xsd:string	Utilizar una adecuada estructura lógica y un lenguaje apropiado para el público no especialista y escribir con corrección.^^xsd:string
CU16^^xsd:string	Saber transmitir un informe técnico de la especialidad.^^xsd:string
CU17^^xsd:string	Ser capaz de concluir adecuadamente la tesis de la exposición basándose en modelos, teorías o normas, etc.^^xsd:string
CU3^^xsd:string	Utilizar la expresión oral y escrita de forma adecuada en contextos personales y profesionales.^^xsd:string
CU5^^xsd:string	Realizar investigaciones basándose en métodos científicos que promuevan un avance en la profesión.^^xsd:string
CU6^^xsd:string	Aprender a trabajar individualmente de forma activa.^^xsd:string

15 results

Figura 39: Competencias desarrolladas en la asignatura "Trabajo fin de grado" en la universidad UI1.

Esta consulta proporciona información sobre los resultados de aprendizaje asociados con la asignatura "Trabajo Fin de Grado" dentro del Grado en Ingeniería Informática ofrecido por la Universidad Internacional Isabel I de Castilla (U.I.1.).

```

PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandroalbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Espanolas#>
SELECT ?resultadoAprendizaje
WHERE {
  ?grado rdf:type :Grado ;
         :nombreGrado "Grado en Ingeniería Informática" ;
         :estaOfrecidaPorLa ?universidad .
  ?universidad :nombreUniversidad "Universidad Internacional Isabel I de Castilla (U.I.1.)" .
  ?materia :formaParteDel ?grado .
  ?asignatura :formaParteDeLaMateria ?materia ;
             :nombreAsignatura "Trabajo Fin de Grado" .
  ?asignatura :descripcionResultadoAprendizaje ?resultadoAprendizaje .
}

```

Resultado Aprendizaje
Busca de forma activa fuentes de información, actualizadas y relevantes, relacionadas con la temática del proyecto en diferentes lenguas.^^xsd:string
Expone de forma clara, tanto a nivel escrito como oral, las tesis expuestas en su proyecto.^^xsd:string
Elabora un trabajo con calidad científica.^^xsd:string
Presenta públicamente el trabajo realizado y defiende el informe final.^^xsd:string
Elabora un "Trabajo Fin de Grado" que ponga de manifiesto el grado de adquisición de las competencias vinculadas con el proyecto.^^xsd:string
5 results

Figura 40: Resultados de aprendizaje obtenidos en la asignatura "Trabajo fin de grado" en la universidad UI1.

Esta consulta obtiene una lista de competencias vinculadas con las asignaturas que forman parte de la materia "Fundamentos Científicos" del Grado en Ingeniería Informática, ofrecido por la Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA). La consulta selecciona el código y la descripción de cada competencia y ordena los resultados por el código de competencia.

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandroalbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Espańolas#>
SELECT DISTINCT ?codigoCompetencia ?descripcionCompetencia
WHERE {
  ?universidad rdf:type :Universidad ;
                :nombreUniversidad "Universidad a Distancia de Madrid (U.D.I.M.A.)" .
  ?grado rdf:type :Grado ;
          :nombreGrado "Grado en Ingeniería Informática" ;
          :estaOfrecidaPorLa ?universidad .
  ?materia rdf:type :Materia ;
            :nombreMateria "Fundamentos Científicos" ;
            :formaParteDel ?grado .
  ?asignatura :formaParteDeLaMateria ?materia .
  ?asignatura :desarrollaLaCompetencia ?competencia .
  ?competencia :codigoCompetencia ?codigoCompetencia ;
                :descripcionCompetencia ?descripcionCompetencia .
}
ORDER BY ?codigoCompetencia
```

codigoCompetencia	descripcionCompetencia
CE1^^xsd:string	Capacidad para la comprensión y dominio de los conceptos básicos de campos y ondas y electromagnetismo, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, y su aplicación para la resolución de pro...
CE19^^xsd:string	Capacidad para concebir y aplicar los procedimientos algorítmicos básicos de las tecnologías informáticas para diseñar soluciones a problemas, analizando la idoneidad y complejidad de los algoritmos propuestos.^^xsd:string
CE2^^xsd:string	Capacidad para comprender y dominar los conceptos básicos de matemática discreta, lógica, algoritmos y complejidad computacional, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.^^xsd:string
CE3^^xsd:string	Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería aplicando los conocimientos adquiridos de álgebra lineal, cálculo diferencial e integral, métodos numéricos, aritmética numérica, estadística y optimización.^^xsd:string
CG1^^xsd:string	Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.^^xsd:string
CG11^^xsd:string	Conocer los cimientos esenciales y fundacionales de la informática, abarcando tanto conceptos y teorías abstractas como los valores y los principios profesionales, subrayando los aspectos esenciales de la disciplina que permanecen inalterables ante el cambio tecnológico.^^xsd:string
CG12^^xsd:string	Tener capacidad para realizar la formalización y especificación de problemas reales cuya solución requiere el uso de la informática.^^xsd:string
CG13^^xsd:string	Capacidad para trabajar en el ámbito profesional de la Ingeniería Informática de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo.^^xsd:string
CG2^^xsd:string	Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos, así como el reconocimiento de su necesidad en el área de la informática.^^xsd:string
CG6^^xsd:string	Capacidad para comunicarse de forma efectiva con los compañeros, usuarios (potenciales) y el público en general acerca de cuestiones reales y problemas relacionados con la ingeniería informática.^^xsd:string
CG8^^xsd:string	Capacidad para el uso profesional de la tecnología de la información y la comunicación.^^xsd:string
CT1^^xsd:string	Capacidad de análisis y síntesis.^^xsd:string
CT16^^xsd:string	Aprendizaje autónomo.^^xsd:string
CT18^^xsd:string	Creatividad.^^xsd:string
CT2^^xsd:string	Capacidad de organización y planificación.^^xsd:string
CT22^^xsd:string	Motivación por la calidad.^^xsd:string
CT5^^xsd:string	Utilizar eficientemente los recursos y herramientas disponibles en el aula virtual de la universidad, así como ser capaz de manejar en un nivel óptimo las tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación a distancia.^^xsd:string
CT7^^xsd:string	Resolución de problemas.^^xsd:string
18 results	

Figura 41: Competencias desarrolladas en la materia "fundamentos científicos" en la universidad UDIMA.

Esta consulta muestra las competencias desarrolladas por la instancia "UOC_Trabajo_Final_de_Grado" en la Universidad (Universidad Oberta de Catalunya, UOC). Las competencias se describen en términos de su código, descripción y tipos de competencia (Básica, Específica o General).

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandroalbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Españolas#>
SELECT DISTINCT ?codigoCompetencia ?descripcionCompetencia ?tipoCompetencia
WHERE {
  :UOC_Trabajo_Final_de_Grado :desarrollaLaCompetencia ?competencia .
  ?competencia :codigoCompetencia ?codigoCompetencia .
  ?competencia :descripcionCompetencia ?descripcionCompetencia .
  ?competencia rdf:type ?tipoURI .
  FILTER (?tipoURI = :Basica || ?tipoURI = :Especifica || ?tipoURI = :General)

  BIND(
    IF(?tipoURI = :Basica, "Básica",
      IF(?tipoURI = :Especifica, "Específica",
        IF(?tipoURI = :General, "General", "Otro Tipo")
      )
    ) AS ?tipoCompetencia
  )
}
ORDER BY ?tipoCompetencia
```

?codigoCompetencia	?descripcionCompetencia	?tipoCompetencia
CE5^^xsd:string	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.^^xsd:string	Básica^^xsd:string
CE3^^xsd:string	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.^^xsd:string	Básica^^xsd:string
CE4^^xsd:string	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.^^xsd:string	Básica^^xsd:string
CE1^^xsd:string	Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos asp...	Básica^^xsd:string
CE2^^xsd:string	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio...	Básica^^xsd:string
CE3^^xsd:string	Capacidad para evaluar soluciones tecnológicas y elaborar propuestas de proyectos teniendo en cuenta los recursos, las alternativas disponibles y las condiciones de mercado.^^xsd:string	Específica^^xsd:string
CE1^^xsd:string	Capacidad para planificar y gestionar proyectos en el entorno de las TIC.^^xsd:string	Específica^^xsd:string

7 results

Figura 42: Tipos de competencias desarrolladas en la asignatura "Trabajo fin de Grado" en la universidad UOC

Esta última consulta muestra las asignaturas previas que es recomendable haber superado para cursar la asignatura "Proyecto de desarrollo de Software" que se imparte en el Grado de Ingeniería Informática en la Universidad Internacional de Valencia (VIU).

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX :
<http://www.semanticweb.org/alejandroalbaladejo/ontologies/2024/1/EEES_Universidades_Online_Españolas#>
```

```

SELECT ?asignaturaPrevia
WHERE {
  ?asignatura rdf:type :Asignatura ;
              :nombreAsignatura "Tecnología y Organización de Computadores" .
  ?asignatura :requiereLaAsignatura ?asignaturaPrevia .
}

```

?asignaturaPrevia
:VIU_Fundamentos_Físicos_de_la_Informática
:VIU_Lógica_y_Matemáticas_Discretas
:VIU_Álgebra

3 results

Figura 43: Asignaturas requeridas para cursar la asignatura “Tecnología y Organización de Computadores” en la universidad VIU.

El primer conjunto de consultas SPARQL realizadas han permitido verificar el cumplimiento de estos Reales Decretos en los planes de estudio analizados. En relación al RD 822/2021⁹, se ha validado la estructura esencial de un grado en 240 créditos (Figura 26 y 31), el número de créditos de formación básica necesaria en 60 créditos (Figura 24), la obligatoriedad de realizar un trabajo fin de grado con un número de créditos entre 6 y 24 (Figura 27), la posibilidad de ofrecer menciones en los grados y el número mínimo de créditos que han de tener en 48 créditos (Figura 25), la posibilidad de ofrecer prácticas en empresas y el número máximo de créditos que ha de tener en 24 créditos (Figura 28) y el número máximo de créditos reconocidos en 60 (Figura 33 y 34). La planificación de las enseñanzas según este decreto también incluye la descripción de módulos, materias o asignaturas del plan de estudios, especificando su denominación, número de créditos ECTS, tipología (básica, obligatoria u optativa), organización temporal y resultados básicos de aprendizaje. Toda esta información queda recogida a lo largo de las diferentes tablas mostradas.

En relación con el RD 1125/2003¹⁰, se ha validado el crédito como unidad de medida del trabajo del estudiante que representa entre 25 y 30 horas de trabajo (Figura 29), el año académico debe equivaler a 60 créditos ECTS, (Figura 36) y las descripciones cualitativas equivalentes a la escala de calificaciones numéricas de 0 a 10 (Figura 30).

Para verificar la validez del segundo conjunto de consultas realizadas, el Anexo C de este documento, incluye diversas capturas de pantalla. Estas imágenes proporcionan evidencia visual del funcionamiento adecuado de las consultas en relación con los criterios establecidos para cada programa educativo.

6. Conclusiones y líneas de futuro

6.1. Conclusiones

Este trabajo fin de grado ha permitido evaluar de manera exhaustiva la alineación de las universidades online españolas que ofrecen el grado de Ingeniería Informática con el modelo competencial del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

En el marco teórico, se ha detallado el contexto y la justificación del EEES, así como las competencias que deben desarrollarse en los estudiantes. Estas competencias, reflejadas en los resultados de aprendizaje, se evalúan a través del sistema de calificaciones definido por el EEES, proporcionando una estructura estandarizada para el desarrollo académico del alumno, permitiendo la obtención de una determinada cualificación. Además, se ha examinado la estructura en cursos, materias y asignaturas de la oferta de estudios superiores. A través del desarrollo de esta ontología, se han analizado y comparado los planes de estudio de seis universidades españolas, utilizando Protégé y el lenguaje OWL. La implementación de la Web Semántica y las ontologías ha demostrado ser eficaz para la estructuración y análisis de grandes volúmenes de datos educativos. Gracias a las reglas SWRL y a las consultas SPARQL realizadas, se ha podido representar y verificar el cumplimiento normativo definido por el EEES.

Durante el desarrollo de este proyecto, se ha aprendido la importancia de disponer de una documentación clara y concisa a nivel nacional primero y europeo después, que permita la implementación de los diferentes planes de estudio de manera uniforme y coherente en todos los países adscritos al EEES. Esto aseguraría que las competencias y estándares educativos se apliquen de manera consistente, facilitando así la movilidad y el reconocimiento de títulos a nivel europeo.

Se han conseguido la mayoría de los objetivos inicialmente planteados incluyendo:

- El Desarrollo de una ontología que evalúe la alineación de los programas de estudio con el EEES.
- La utilización de tecnologías semánticas para representar y analizar datos educativos.
- La verificación del cumplimiento de los estándares de calidad y competencias del EEES mediante consultas SPARQL.

Sin embargo, no se han alcanzado todos los objetivos por completo; la falta de documentación clara y detallada de todas las competencias y resultados de aprendizaje asociadas a cada asignatura, así como la falta de asignación de asignaturas optativas a ciertos cursos

académicos, no siempre ha estado disponible en todas las universidades analizadas lo cual ha limitado parcialmente el análisis.

La metodología prevista ha sido la adecuada en términos generales, permitiendo el desarrollo de una ontología funcional. Se han introducido algunos cambios durante el proyecto, especialmente en la recolección y organización de datos, debido a la variabilidad en la disponibilidad y calidad de la información proporcionada por las universidades. Estos cambios fueron necesarios para asegurar la integridad y precisión del análisis, adaptándose a las circunstancias y garantizando el éxito del trabajo.

6.2. Líneas de futuro

Una posible línea de trabajo sería la definición de una ontología complementaria que permita la representación detallada de toda la información de las guías docentes de las asignaturas. En este sentido, la ontología propuesta en el presente TFG constituye un primer nivel que se completaría con un segundo nivel donde se detallaría aspectos tales como las unidades lectivas, metodología de evaluación y bibliografía recomendada.

En cuanto a la metodología de evaluación, es esencial considerar la evaluación continua en este contexto. La evaluación continua, al situar al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje y al aplicar un enfoque docente basado en competencias, ofrecería una dimensión nueva que requiere la reformulación de la naturaleza y el diseño de todos los elementos estructurales que la integran.

Por lo tanto, una ontología complementaria no solo detallaría la estructura académica de las asignaturas, sino que también integraría un sistema de evaluación continua. Este sistema incluiría la planificación de actividades evaluables periódicas, la definición clara de los objetivos y competencias de cada actividad, y la utilización de herramientas y metodologías adaptadas a las necesidades actuales.

Otra posible línea de trabajo conllevaría el desarrollo de herramientas interactivas basadas en la web que permitan la visualización y consulta de datos ontológicos. De este modo se podría mejorar la accesibilidad y usabilidad de la ontología. Estas herramientas podrían ofrecer interfaces intuitivas para que estudiantes, docentes y administradores exploren la estructura de los programas de estudio y las competencias asociadas.

Bibliografía

1. Carli SC. El Estudiante Universitario. Siglo XXI Ed. 2012;1-32.
2. Tomás T. Informe Infoempleo Adecco Oferta y Demanda de Empleo en España Informe Infoempleo Adecco 2022 Oferta y Demanda de Empleo en España. Adecco Gr [Internet]. 2022;1-196. Disponible en: www.infoempleo.com
3. Noy NF, McGuinness DL. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. Stanford Knowl Syst Lab. 2001;25.
4. European Higher Education Area and Bologna Process. [Internet]. [citado 28 de marzo de 2024]. Disponible en: https://www.ehea.info/page-full_members
5. Espacio Europeo de Enseñanza, Superior. Declaración de Bolonia. Education [Internet]. 1999;4. Disponible en: <http://eees.umh.es/contenidos/Documentos/DeclaracionBolonia.pdf>
6. Lanzamiento oficial del Espacio Europeo de Educación Superior durante la Conferencia Ministerial del Proceso de Bolonia [Internet]. [citado 28 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.ei-ie.org/es/item/17770:lanzamiento-oficial-del-espacio-europeo-de-educacion-superior-durante-la-conferencia-ministerial-del-proceso-de-bolonia>
7. Espacio Europeo de Enseñanza Superior. Declaración de Praga, 2001. Hacia el Área de la Educación Superior Europea. Declaración del encuentro de los Ministros Europeos en funciones de la Educación Superior en Praga, 19 de mayo del 2001. 2001;1-5.
8. Of R, European THE, Council OFTHE. Europeo de Cualificaciones para The European Qualifications Framework el aprendizaje permanente for Lifelong Learning.
9. BOE-A-2021-15781 Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad. [Internet]. [citado 28 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2021-15781>
10. BOE-A-2003-17643 Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. [Internet]. [citado 28 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-17643&p=20030918&tn=1#a1>
11. BOE-A-2003-17310 Real Decreto 1044/2003, de 1 de agosto, por el que se establece el procedimiento para la expedición por las universidades del Suplemento Europeo al

- Título. [Internet]. [citado 28 de marzo de 2024]. Disponible en:
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-17310&p=20030911&tn=1#a4>
12. Marco Español de Cualificaciones - Marco Español de Cualificaciones | Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes [Internet]. [citado 28 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.educacionyfp.gob.es/mc/mecu/mecu.html>
 13. Tuning. Tuning Educational Structures in Europe. Informe final proyecto piloto-fase 1 [Internet]. Universidad de Deusto, Universidad de Groningen. 2003. 339 p. Disponible en: <http://www.deusto-publicaciones.es/deusto/pdfs/tuning/tuning02.pdf>
 14. Rodríguez Esteban A. Las Competencias en Espacio Europeo de Educación Superior: Tipologías. Humanismo y Trab Soc [Internet]. 2007;006:139-53. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx>
 15. BOE-A-2007-18770 Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. [Internet]. [citado 28 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-18770>
 16. Demartini G, Enchev I, Gapany J, Cudre-Mauroux P. The Bowlogna ontology: Fostering open curricula and agile knowledge bases for Europe's higher education landscape. *Semant Web*. 1 de enero de 2013;4:53-63.
 17. The ROH ontology [Internet]. [citado 5 de abril de 2024]. Disponible en: <https://herculescrue.github.io/ROH/roh/#BachelorsDegree>
 18. Onto Universidad [Internet]. [citado 5 de abril de 2024]. Disponible en: <https://opendata.unex.es/def/ontouniversidad#Publicacion>
 19. Rengel Quiroga J. Desarrollo de ontología de títulos de grado. 2015;101. Disponible en: <https://oa.upm.es/40680/>
 20. Guía práctica para la evaluación del seguimiento de títulos universitarios oficiales 1. :1-40.
 21. María A, Rubio E. REPRESENTACIÓN DE LA OFERTA DE ESTUDIOS. 2014;
 22. lblascos_tesis doctoral_OK (1) (1).pdf.
 23. W3C. Guía Breve de Web Semántica. 2005;1-5. Disponible en: <http://www.w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/WebSemantica%5Cnhttp://www.w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/WebSemantica#>
 24. Gruber TR. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowl Acquis*. 1993;5(2):199-220.
 25. Borst W. Construction of Engineering Ontologies. Centre of Telematica and Information Technology, 1997. 227 p.

26. Studer R, Benjamins VR, Fensel D. Knowledge Engineering: Principles and methods. *Data Knowl Eng.* 1998;25(1-2):161-97.
27. Van Heijst G, Schreiber AT, Wielinga BJ. Using explicit ontologies in KBS development. *Int J Hum Comput Stud.* 1997;46(2-3):183-292.
28. Guarino N. Formal Ontology and Information Systems. *Form Ontol Inf Syst Proc 1st Int Conf.* 1998;46(June):3-15.
29. Vitturini M, Fillottrani PR. Ontologies Models Cohesiveness: A First Assessment of Integration. *J Comput Sci Technol.* 2012;12(3):104-9.
30. Extensible Markup Language (XML) [Internet]. [citado 30 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.w3.org/XML/>
31. Segaran T, Taylor J, Evans C. *Programming the Semantic Web.* 2009.
32. RDFS - W3C Wiki [Internet]. [citado 30 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.w3.org/wiki/RDFS>
33. RDF Schema 1.1 [Internet]. [citado 29 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#bib-RDF11-CONCEPTS>
34. SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML [Internet]. [citado 30 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.w3.org/submissions/SWRL/>
35. OWL 2 Web Ontology Language Document Overview (Second Edition) [Internet]. [citado 29 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.w3.org/TR/2012/REC-owl2-overview-20121211/>
36. Pastor Sánchez JA. *Tecnologías de la Web Semántica.* First edition. Barcelona: Editorial UOC; 2011. (Epi Series).
37. Vista General del Lenguaje de Ontologías Web (OWL) [Internet]. [citado 29 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.w3.org/2007/09/OWL-Overview-es.html#s3.7>
38. W3C Semantic Web Activity News - SPARQL is a Recommendation [Internet]. [citado 30 de marzo de 2024]. Disponible en: https://web.archive.org/web/20080120113448/http://www.w3.org/blog/SW/2008/01/15/sparql_is_a_recommendation
39. Eleven SPARQL 1.1 Specifications are W3C Recommendations | 2013 | Blog | W3C [Internet]. [citado 30 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.w3.org/blog/2013/eleven-sparql-1-1-specifications-are-w3c-recommendations/>
40. Inicio rápido para repositorios - Documentación de GitHub [Internet]. [citado 3 de abril de 2024]. Disponible en: <https://docs.github.com/es/repositories/creating-and-managing-repositories/quickstart-for-repositories>

41. GitHub: Let's build from here · GitHub [Internet]. [citado 3 de abril de 2024].
Disponible en: <https://github.com/>
42. protégé [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en:
<https://protege.stanford.edu/software.php>
43. Releases · protegeproject/protege-distribution [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024].
Disponible en: <https://github.com/protegeproject/protege-distribution/releases>
44. OntoGraf - Protege Wiki [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en:
<https://protegewiki.stanford.edu/wiki/OntoGraf>
45. Pellet - Semantic Web Standards [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible
en: <https://www.w3.org/2001/sw/wiki/Pellet>
46. SWRLTab - Protege Wiki [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en:
<https://protegewiki.stanford.edu/wiki/SWRLTab>
47. protegeproject/snap-sparql-query: An API for parsing SPARQL queries [Internet].
[citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://github.com/protegeproject/snap-sparql-query>
48. Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) - Ministerio de Educación,
Cultura y Deporte [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en:
<https://www.educacion.gob.es/ruct/home>
49. Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) - Ministerio de Educación,
Cultura y Deporte [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en:
[https://www.educacion.gob.es/ruct/solicitud/detalles.action?cod=25014502019111401
&sit=A&actual=menu.solicitud.basicos](https://www.educacion.gob.es/ruct/solicitud/detalles.action?cod=25014502019111401&sit=A&actual=menu.solicitud.basicos)
50. Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) - Ministerio de Educación,
Cultura y Deporte [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en:
[https://www.educacion.gob.es/ruct/solicitud/detalles.action?cod=25034152021033001
&sit=A&actual=menu.solicitud.basicos](https://www.educacion.gob.es/ruct/solicitud/detalles.action?cod=25034152021033001&sit=A&actual=menu.solicitud.basicos)
51. Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) - Ministerio de Educación,
Cultura y Deporte [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en:
[https://www.educacion.gob.es/ruct/solicitud/detalles.action?cod=25027602021092201
&sit=A&actual=menu.solicitud.basicos](https://www.educacion.gob.es/ruct/solicitud/detalles.action?cod=25027602021092201&sit=A&actual=menu.solicitud.basicos)
52. Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) - Ministerio de Educación,
Cultura y Deporte [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en:
[https://www.educacion.gob.es/ruct/solicitud/detalles.action?cod=25027112012070501
&sit=A&actual=menu.solicitud.basicos](https://www.educacion.gob.es/ruct/solicitud/detalles.action?cod=25027112012070501&sit=A&actual=menu.solicitud.basicos)
53. Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) - Ministerio de Educación,

- Cultura y Deporte [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en:
<https://www.educacion.gob.es/ruct/solicitud/detalles.action?cod=25026782017052301&sit=A&actual=menu.solicitud.basicos>
54. Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) - Ministerio de Educación, Cultura y Deporte [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en:
<https://www.educacion.gob.es/ruct/solicitud/detalles.action?cod=25012832020050101&sit=A&actual=menu.solicitud.basicos>
55. GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA (7101) - Curso: 2024 - PRESENTACIÓN [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en:
<https://www.uned.es/universidad/inicio/estudios/grados/grado-en-ingenieria-informatica.html?idContenido=1>
56. Grado en Ingeniería Informática Online | VIU España [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.universidadviu.com/es/grado-ingenieria-informatica>
57. Plan de Estudios del Grado en Ingeniería Informática Online | UNIR [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.unir.net/ingenieria/grado-informatica/plan-de-estudios/>
58. Grado en Ingeniería Informática | UDIMA [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.udima.es/es/grado-ingenieria-informatica.html#plan-estudios>
59. Guías docentes de Ingeniería Informática | Universidad Isabel I [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.ui1.es/oferta-academica/grado-en-ingenieria-informatica/guias-docentes>
60. Grado online en Ingeniería Informática | UOC [Internet]. [citado 12 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.uoc.edu/es/estudios/grados/grado-ingenieria-informatica#study-plan>

Anexos

Anexo A: Glosario

Se describen las abreviaturas utilizadas en este proyecto:

- **API:** Interfaz de Programación de Aplicaciones, es un conjunto de reglas y especificaciones que permiten que diferentes programas de software interactúen entre sí.
- **Datalog:** Es un lenguaje de programación de lógica declarativa.
- **HTML:** HyperText Markup Language. es un lenguaje de marcas que define la estructura del contenido Web.
- **NeOn:** La Metodología NeOn para la construcción de redes de ontologías es una metodología basada en escenarios que se apoya en los aspectos de colaboración de desarrollo de ontologías y la reutilización, así como en la evolución dinámica de las redes de ontologías en entornos distribuidos.
- **OWL:** Web Ontology Language, es un lenguaje de marcas para publicar y compartir datos usando ontologías en la Web.
- **Plugin:** Fragmento de software que añade funcionalidades específicas a un programa existente, permitiendo personalizar y ampliar sus capacidades sin modificar el código principal de la aplicación.
- **URL:** Uniform Resource Locators, proporciona una dirección a un único recurso Web. Los recursos Web pueden ser documentos Web, imágenes, etc.
- **RDF:** Resource Description Framework, familia de especificaciones de la World Wide Web Consortium (W3C) originalmente diseñado como un modelo de datos para metadatos.
- **RuleML:** Es un lenguaje de modelado y marcado de reglas modular y web basado en XML y RDF. desarrollado por la Rule Markup Initiative .
- **SPARQL:** SPARQL Protocol and RDF Query Language, lenguaje estandarizado para la consulta de grafos RDF, normalizado por el RDF Data Access Working Group (DAWG) del World Wide Web Consortium (W3C).
- **SWL:** Semantic Web Rule Language, lenguaje propuesto para la Web semántica que se puede utilizar para expresar reglas y lógica.
- **XML:** eXtensible Markup Language, lenguaje diseñado para almacenar y transportar datos que sean legibles tanto por humanos como por máquinas.

Anexo B: Entregables del proyecto

El listado de archivos entregados es el siguiente:

1. **Memoria:** Se incluye la presente memoria en formato PDF.
2. **Ontología:** Se adjunta fichero de la ontología denominada “EEES Universidades Online Españolas” en formato OWL.
3. **Presentación:** Presentación oral guiada con transparencias en formato MOV
4. **Tráiler del proyecto:** Tráiler de promoción de la ontología en formato MOV.

Anexo C: Capturas de pantalla

Captura de pantalla que hace referencia a la consulta de la Figura 34.

CÓDIGO	NOMBRE	CARÁCTER	CRÉD.		
PRIMER CURSO					
SEMESTRE 1					
71011013	FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INFORMÁTICA	FORMACIÓN BÁSICA	6		
7101102-	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS DE LA INFORMÁTICA	FORMACIÓN BÁSICA	6		
71901014	FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DIGITALES	FORMACIÓN BÁSICA	6		
71901020	FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN	FORMACIÓN BÁSICA	6		
71901037	LÓGICA Y ESTRUCTURAS DISCRETAS	FORMACIÓN BÁSICA	6		
SEMESTRE 2					
71901043	ESTRATEGIAS DE PROGRAMACIÓN Y ESTRUCTURAS DE DATOS	FORMACIÓN BÁSICA	6		
7190105-	ESTADÍSTICA (ING.INFORMÁTICA/ING.TI)	FORMACIÓN BÁSICA	6		
71901066	INGENIERÍA DE COMPUTADORES I	FORMACIÓN BÁSICA	6		
71901072	PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS	FORMACIÓN BÁSICA	6		
71901089	AUTÓMATAS, GRAMÁTICAS Y LENGUAJES	OBLIGATORIAS	6		

Figura 44: UNED

Fuente: <https://www.uned.es/universidad/inicio/estudios/grados/grado-en-ingenieria-informatica.html?idContenido=5>

Captura de pantalla que hace referencia a la consulta de la Figura 35.

Mención en Aplicaciones Empresariales		6
1779	Minería de Datos	X
1420	Sistemas de Apoyo a la Decisión	X
1780	Business Intelligence	X
1781	Aplicaciones Empresariales	X
1396	Modelos y Tecnologías de los Sistemas de Información	X
1782	Bases de Datos II	X
1523	Investigación Operativa	X
1783	Planificación Estratégica de las TIC	X

Figura 45: UDIMA

Fuente: <https://www.udima.es/es/grado-ingenieria-informatica.html#plan-estudios>

Captura de pantalla que hace referencia a la consulta de la Figura 36.

MATERIAS	ECTS
Fundamentos Matemáticos de la Informática	24
Fundamentos Físicos de la Informática	6
Ingeniería de Computadores I	6
Programación y Algoritmia I	12
Sistemas Operativos I	6
Gestión y Organización de Empresas I	6
Ingeniería de Computadores II	6
Programación y Algoritmia II	6
Sistemas Operativos II	6
Gestión y Organización de Empresas II	3
Estructura de la Información I	12
Ingeniería del Software I	24
Inteligencia Artificial y Sistemas Inteligentes I	6
Aspectos Profesionales	3
Programación y Algoritmia III	6
Computación	24
Inteligencia Artificial y Sistemas Inteligentes II	18
Programación y Algoritmia IV	6
Redes	6
Estructura de la Información II	6
Seguridad en los Sistemas de Información	6
Ingeniería del Software II	18
Gestión de las TIC	6
Sistemas de Información	6
Optatividad	0-18
Trabajo Fin de Grado	12
Total ECTS requeridos	240
Total ECTS ofertados	270

Figura 46: UNIR

Fuente: <https://sede.educacion.gob.es/cid/consultaCID?cid=446275209446585600320608>

Captura de pantalla que hace referencia a la consulta de la Figura 37 y 38.

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE	
Competencias de la asignatura	<ul style="list-style-type: none"> • CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética. • CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado. • CT-01 - Capacidad de análisis y síntesis: encontrar, analizar, criticar (razonamiento crítico), relacionar, estructurar y sintetizar información proveniente de diversas fuentes, así como integrar ideas y conocimientos. • CT-02 - Capacidad de organización y planificación así como capacidad de gestión de la Información. • CT-03 - Capacidad de comunicación oral y escrita en el ámbito académico y profesional, con especial énfasis en la redacción de documentación técnica. • CT-04 - Capacidad para la resolución de problemas. • CT-05 - Capacidad para el uso y aplicación de las TIC en el ámbito académico y profesional. • CT-07 - Capacidad para el aprendizaje autónomo así como iniciativa y espíritu emprendedor. • CT-09 - Capacidad para innovar y generar nuevas ideas. • CU3 - Utilizar la expresión oral y escrita de forma adecuada en contextos personales y profesionales. • CU5 - Realizar investigaciones basándose en métodos científicos que promuevan un avance en la profesión. • CU6 - Aprender a trabajar individualmente de forma activa. • CU15 - Utilizar una adecuada estructura lógica y un lenguaje apropiado para el público no especialista y escribir con corrección. • CU16 - Saber transmitir un informe técnico de la especialidad. • CU17 - Ser capaz de concluir adecuadamente la tesis de la exposición basándose en modelos, teorías o normas, etc.
Resultados de aprendizaje de la asignatura	<ul style="list-style-type: none"> • Elabora un "Trabajo Fin de Grado" que ponga de manifiesto el grado de adquisición de las competencias vinculadas con el proyecto. • Busca de forma activa fuentes de información, actualizadas y relevantes, relacionadas con la temática del proyecto en diferentes lenguas. • Elabora un trabajo con calidad científica. • Expone de forma clara, tanto a nivel escrito como oral, las tesis expuestas en su proyecto. • Presenta públicamente el trabajo realizado y defiende el informe final.

Figura 47: UI1

Fuente: https://www.ui1.es/sites/default/files/page_guides/files/gd_grado_informatica_trabajo_fin_de_grado.pdf

Captura de pantalla que hace referencia a la consulta de la Figura 39.

MATERIA (MÓDULO)	COMPETENCIAS	
FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS	GENERALES	CG1, CG2, CG6, CG8, CG11, CG12, CG13
	ESPECÍFICAS	CE1, CE2, CE3, CE19
	TRANSVERSALES	CT1, CT2, CT5, CT7, CT16, CT18, CT22

Figura 48: UDIMA

Fuente: <https://sede.educacion.gob.es/cid/consultaCID?cid=76206563957376520992346>

Captura de pantalla que hace referencia a la consulta de la Figura 40.

<p>Competencias básicas y generales:</p> <p>CB1 CB2 CB3 CB4 CB5</p>
<p>Competencias transversales:</p>
<p>Competencias específicas:</p> <p>CE1- Capacidad para planificar y gestionar proyectos en el entorno de las TIC. CE3- Capacidad para evaluar soluciones tecnológicas y elaborar propuestas de proyectos teniendo en cuenta los recursos, las alternativas disponibles y las condiciones de mercado.</p>

Figura 49: UOC

Fuente: https://www.uoc.edu/portal/_resources/CA/documents/qualitat/qualitat-titulacions/informatica-multimedia-telecomunicacions/20200501_Memoria_Modifica_Eng_inf_F1_n.pdf

Captura de pantalla que hace referencia a la consulta de la Figura 41.

<p>Requisitos previos</p>	<p>Se recomienda haber cursado o estar cursando las asignaturas de Fundamentos físicos de la informática, Álgebra, y Lógica y matemáticas discretas.</p>
----------------------------------	--

Figura 50: VIU

Fuente:

https://www.universidadviu.com/sites/universidadviu.com/files/media_files/10GIIN%20Guia%20Didactica_Tecnologia%20y%20Organizacion%20de%20Computadores_0.pdf

Anexo D: Currículum Vitae

Mi nombre es Alejandro Albaladejo Beltrán, tengo 51 años y soy de Elche (Alicante), aunque llevo más de 20 años viviendo en Castellón, donde actualmente tengo mi residencia. En cuanto a mi formación, poseo el título de Licenciado en Administración y Dirección de Empresas y aunque comencé mi andadura laboral en empresas de comida rápida que compaginaba con mis estudios, llevo trabajando más de 20 años en el sector de la distribución como responsable comercial.

Aunque mi trabajo no guarda una relación directa con la informática, siempre me ha apasionado este mundo y hace unos años decidí complementar mi formación con el Grado de Ingeniería Informática en la U.O.C.